ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม — **สาขา**

เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม — **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมสำหรับการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย

Development of Environmental Due Diligence Protocol for Property Transfer in Thailand

นามผู้วิจัย นางสาววนิดา แซ่จิว

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ตุลวิทย์ สถาปนจารุ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมสำหรับการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย

Development of Environmental Due Diligence Protocol for Property Transfer in Thailand

โดย

นางสาววนิดา แซ่จิว

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม)
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วนิดา แซ่จิว 2556: การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมสำหรับการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม) สาขาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, Ph.D. 93 หน้า

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาและการนำวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) มาทดลองใช้กับกรณีโรงงานผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทย และนำข้อมูลต้นทุนการฟื้นฟูดินปนเปื้อนที่ได้จากการประเมินEDD มาใช้ประกอบการพิจารณามูลค่าที่ดิน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ เกณฑ์ระดับความเสี่ยงที่ใช้เป็นการประเมินค่าที่ดิน ตามการพิจารณาสถานะสิ่งแวดล้อมที่แบ่งระดับความเสี่ยง โดยใช้ข้อมูลสารมลพิษเป้าหมายที่ปนเปื้อนในดินและข้อมูลเทคโนโลยีการฟื้นฟูสารมลพิษในด้านประสิทธิภาพและต้นทุนการฟื้นฟู จากการคัดเลือกและปรับเปลี่ยนปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับประเทศไทยพบว่า กฎหมายสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและต้นทุนในการฟื้นฟูเป็นปัจจัยหลักในการประเมิน ซึ่งข้อมูลที่บริษัทเปิดเผยต่อสาธารณะและรายงานต่อหน่วยงานราชการถูกนำมาใช้ในการประเมินระยะที่ 1 ข้อมูลการสำรวจและสุ่มตัวอย่างในการประเมินระยะที่ 2 นำไปใช้ในเกณฑ์ระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดิน ซึ่งความเสี่ยงถูกกำหนดและแบ่งระดับความเสี่ยงโดยอ้างอิงข้อกำหนดและมาตรฐานที่มีอยู่ และการประเมินระยะที่ 3 คัดเลือกวิธีฟื้นฟูที่มีประสิทธิภาพสูงในระยะเวลาสั้น คือ วิธีออกซิเดชั่นทางเคมี ผลการประเมินพบว่า ต้นทุนการฟื้นฟูดินขึ้นอยู่กับความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) ไม่มีความเสี่ยง (ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก) – ไม่มีต้นทุน (2) ความเสี่ยงน้อย (ค่าเกือบถึงเกณฑ์) – ไม่มีต้นทุนแต่มีข้อจำกัดการใช้ที่ดิน (3) ความเสี่ยงปานกลาง (ค่าเกินเกณฑ์เล็กน้อย) – มีต้นทุนและมีข้อจำกัดการใช้ที่ดิน และ (4) ความเสี่ยงมาก (ค่าเกินเกณฑ์มาก) – ต้นทุนสูง วิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมนี้นำไปสู่การประเมินต้นทุนสำหรับการฟื้นฟูดินปนเปื้อน ซึ่งต้นทุนการฟื้นฟูดินปนเปื้อนนี้สามารถนำไปใช้ปรับราคาขายให้เหมาะสมและใช้ในการเจรจาต่อรองในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ให้สอดคล้องกับกฎหมายสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อสังคม

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wanida Sae-jiw 2013: Development of Environmental Due Diligence Protocol for Property Transfer in Thailand. Master of Science (Environmental Technology and Management), Major Field: Environmental Technology and Management, Department of Environmental Technology and Management. Thesis Advisor: Assistant Professor Jukkrit Mahujchariyawong, Ph.D. 93 pages.

This study involves the development and application of an Environmental Due Diligence Protocol for a pulp factory in Thailand. And the cost data of contaminated soil remediation were evaluated by EDD protocol. It was used to consider the value of land for used as guidelines in the decision to property transfer. The model used is a land use assessment based on environmental considerations that risk classification by using pollutants target information in contaminated soil and technological information about efficiency and cost remediation. Selection and adaptation of environmental factors appropriate for Thailand showed that environmental law, technology, and remediation costs were major factors of the evaluation. In Phase I data were obtained from disclosed company information and submitted official reports. The survey and sampling data in Phase II provided input for the contamination model of fuel oil in soil. Risk levels were determined and classified according to existing regulations and standards. Phase III addressed remediation methods, and the fast and effective chemical oxidation was selected. The assessment process revealed that the cost of soil remediation depended on the environmental risk, which is classified among four groups: No Risk (below standard) - No Cost, Low Risk (close to the standard) - No Cost (restricted land use), Moderate Risk (slightly above standard) - Need Cost (restrictions on land use) and High Risk (well above standard) – High Cost. Environmental Due Diligence leads to a cost estimate for of soil remediation, and it can be used for price adjustment and negotiation of transaction to conform with environmental laws and social responsibilities.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ ชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ รวมทั้งอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ รวมทั้งผู้มีพระคุณที่มิได้เอ่ยนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ มอบความห่วงใยและคอยเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

วนิดา แซ่จิว

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	34
อุปกรณ์	34
วิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	60
สรุป	60
ข้อเสนอแนะ	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	63
ภาคผนวก	67
ภาคผนวก ก สารมลพิษที่เป็นไปได้ในการปนเปื้อน	68
ภาคผนวก ข มาตรฐานคุณภาพดิน	72
ภาคผนวก ค ผลการนำรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ ไปใช้ทดสอบกับพื้นที่ศึกษา	87
ภาคผนวก ง รายงานผลการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปนเปื้อนในดิน	91
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	93

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ต้นทุนการดำเนินการของเทคโนโลยีฟื้นฟูดินปนเปื้อน	31
2	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสารมลพิษในพื้นที่ปนเปื้อน	32
3	ตัวอย่างตารางในการกำหนดระดับความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดิน	37
4	ระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนน้ำมันเตาในดิน จากมาตรฐานตามกฎหมาย (หน่วย: mg/kg)	54

ตารางผนวกที่

ก1	กลุ่มสารมลพิษหลักและสถานที่ที่อาจพบการปนเปื้อนของสารมลพิษ ในโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยงของอสังหาริมทรัพย์	5
2	การบวนการตัดสินใจสำหรับการดำเนินการซื้อหรือเช่า	10
3	กระบวนการผลิตเยื่ออย่างง่าย	15
4	กระบวนการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์	40
5	กระบวนการตัดสินใจในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์	41
6	รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย (ส่วนที่ 1) สำหรับพื้นที่การพาณิชย์และอุตสาหกรรม	46
7	รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย (ส่วนที่ 1) สำหรับพื้นที่อยู่อาศัยหรือชนบท	48
8	รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย (ส่วนที่ 2) สำหรับทุกพื้นที่	50
9	การสำรวจพื้นที่ศึกษาพบการปนเปื้อนของน้ำมัน	56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมสำหรับการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ในประเทศไทย

Development of Environmental Due Diligence Protocol for Property Transfer in Thailand

คำนำ

การซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ที่สามารถป้องกันภาระหนี้สินก่อนการดำเนินกิจการได้นั้น จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเสี่ยงทั้งด้านการเงินและกฎหมายที่อาจเกิดขึ้น ในปัจจุบันเริ่มมีกระแสทางสังคมและข้อบังคับทางกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ในบางประเทศจึงมีระบบการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD)

การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม จะดำเนินการเพื่อเปิดเผยสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ติดมากับอสังหาริมทรัพย์ ไม่ว่าสภาวะนั้นจะมีขนาดใหญ่หรือเล็ก โดยควรต้องแน่ใจถึงข้อมูลเหล่านั้นก่อนจบการทำธุรกรรม การดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมจะต้องใช้เวลาสำหรับการค้นหาและระบุปัญหา ซึ่งการดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมนี้สามารถช่วยปกป้องหนี้สินที่เกี่ยวข้องและลดปัญหาตั้งแต่เริ่มต้น ถ้าโครงการพบปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าจะส่งผลให้โครงการเกิดความล่าช้า ผลเสียที่เกิดขึ้นจากการไม่ได้ดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมจะเห็นได้จากข่าวที่เกิดขึ้นกับบริษัทแห่งหนึ่งที่ต้องใช้เงินจำนวนหลายล้านดอลล่าร์เพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในอสังหาริมทรัพย์ที่ซื้อมา (Schmittgens Jr, 2009) ซึ่งหนี้สินด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น อาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากการปฏิบัติงานของพื้นที่ในอดีต โครงสร้างเดิมที่มีแร่ใยหินและสีทาผสมตะกั่ว ปัญหาทางโบราณคดี และการไม่ทราบปริมาณของดินและน้ำใต้ดินที่ส่งผลกระทบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้โครงการมีความเสี่ยงอย่างมากต่อการพัฒนาและในด้านการเงิน (Blackstone Consulting LLC, 2010) เจ้าของอสังหาริมทรัพย์ ผู้ซื้อผู้ขาย และสถาบันการเงินจึงควรขอความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมของสภาวะอสังหาริมทรัพย์นั้นๆ จากการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลต่อมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ในอนาคต (Payne, 2006) และนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจซื้อขาย (Reichardt, 2006)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในประเทศไทยการซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ก็มีการสอบทานสถานะธุรกิจ (Due Diligence) ซึ่งเป็นงานบริการที่มีความสำคัญสำหรับการให้บริการในด้านที่ปรึกษาทางธุรกิจ โดยมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันตามลักษณะของงาน ขอบเขตการปฏิบัติจะเป็นไปตามข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ว่าจ้าง ผู้รับงาน หรือบุคคลที่สามที่เกี่ยวข้อง และจะต้องมีคนกลาง ที่มีความเชี่ยวชาญและความชำนาญในการปฏิบัติงาน ความเป็นอิสระและการรักษาความลับในเชิงการค้า โดยส่วนใหญ่การดำเนินการจะเป็นการประเมินความเสี่ยงด้านการเงิน กฎหมาย และการปฏิบัติงาน ตัวอย่างเช่น การดำเนินการเพื่อพิจารณาเหตุผลทางธุรกิจถึงความเป็นไปได้ในการรวมกิจการ การประเมินมูลค่าของกิจการ เป็นต้น (อุณากร และศิลปพร, 2547)

ทางด้านสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทยไม่ได้จัดแบ่งการใช้พื้นที่ (zoning) อย่างชัดเจน จึงมีพื้นที่ข้างเคียงที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัยหรือการดำเนินธุรกิจปะปนกันในบริเวณเดียวกัน ปัจจุบันข้อบังคับและกฎเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมในการดำเนินกิจการทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การพาณิชย์และที่อยู่อาศัยมีความเข้มงวดขึ้นตามลำดับ ทำให้ถังเก็บสารเคมีใต้ดินที่มีการรั่วไหล การทิ้งของเสียอันตรายไว้ในอาคารหรือพื้นที่โรงงาน กลายเป็นภาระที่ผู้ซื้ออสังหาริมทรัพย์เหล่านี้ต้องรับผิดชอบ

จะเห็นได้ว่าข้อบังคับทางกฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวดมากขึ้น ประกอบกับในอดีตการดำเนินการสอบทานสถานะที่ไม่มีการตรวจสอบทางสิ่งแวดล้อม และเพื่อไม่ให้เกิดภาระหนี้สินทางสิ่งแวดล้อมและติดข้อกฎหมายภายหลังจากการซื้ออสังหาริมทรัพย์โดยไม่รู้ตัว ซึ่งส่งผลกระทบต่อมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ และเกิดต้นทุนเป็นเงินจำนวนมากสำหรับการทำความสะอาดพื้นที่ จึงมีความจำเป็นและความเหมาะสมในการดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) ในประเทศไทยก่อนการดำเนินการทางธุรกิจที่จะเกิดขึ้น

ในอนาคตถ้ามีกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น เช่น กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ข้อบังคับทางกฎหมายนี้จะผลักดันให้ผู้ขายปฏิบัติตามกฎหมายโดยการตรวจสอบและดำเนินการฟื้นฟูอสังหาริมทรัพย์ตามที่กฎหมายกำหนดให้เรียบร้อยก่อนดำเนินการทำธุรกรรม ซึ่ง EDD จะเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการนำไปใช้ตรวจสอบ และถ้า EDD มีการดำเนินการอย่างจริงจัง ผู้ซื้อจะผลักดันให้ผู้ขายตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์เหล่านั้นก่อนการซื้อขาย เนื่องจากความกลัวการกระทำผิดข้อกฎหมายและการเสียเงินเพื่อฟื้นฟูการปนเปื้อนในพื้นที่ที่ตัวเองไม่ได้ก่อ และผู้ซื้อก็สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ตรงตามวัตถุประสงค์ได้ทันที ด้านผู้ขาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อให้การทำธุรกรรมดำเนินต่อไป จึงต้องดำเนินการ EDD ซึ่งจะทำให้ทราบถึงสภาวะทางสิ่งแวดล้อมของอสังหาริมทรัพย์ และต้นทุนที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม

จากที่กล่าวมา การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (EDD) ในประเทศไทย ยังไม่ถือเป็นข้อบังคับอย่างเป็นทางการและยังไม่มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันภาระที่ผู้ซื้ออสังหาริมทรัพย์จะต้องรับผิดชอบหลังการซื้อขายที่ส่งผลต่อมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ การศึกษานี้จึงนำประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมมาเป็นส่วนหนึ่งของระบบการตรวจสอบและประเมินทรัพย์สินสุทธิเรียกว่า การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (EDD) เพื่อศึกษาว่ามีความเป็นไปได้เพียงไรในการพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (EDD) ให้เหมาะสมกับประเทศไทยรวมถึงการนำไปใช้ และนำข้อมูลต้นทุนการฟื้นฟูดินปนเปื้อนเมื่อระดับสารปนเปื้อนต่างกันในดิน ที่ได้จากการประเมินEDD มาใช้ประกอบการพิจารณามูลค่าที่ดินของประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางของการตัดสินใจในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์อย่างเหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) และศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับใช้ในประเทศไทย

2. เพื่อศึกษาความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดินกรณีมีการปนเปื้อนของสารมลพิษต่างชนิดและต่างระดับ เพื่อเป็นแนวทางการตัดสินใจในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์

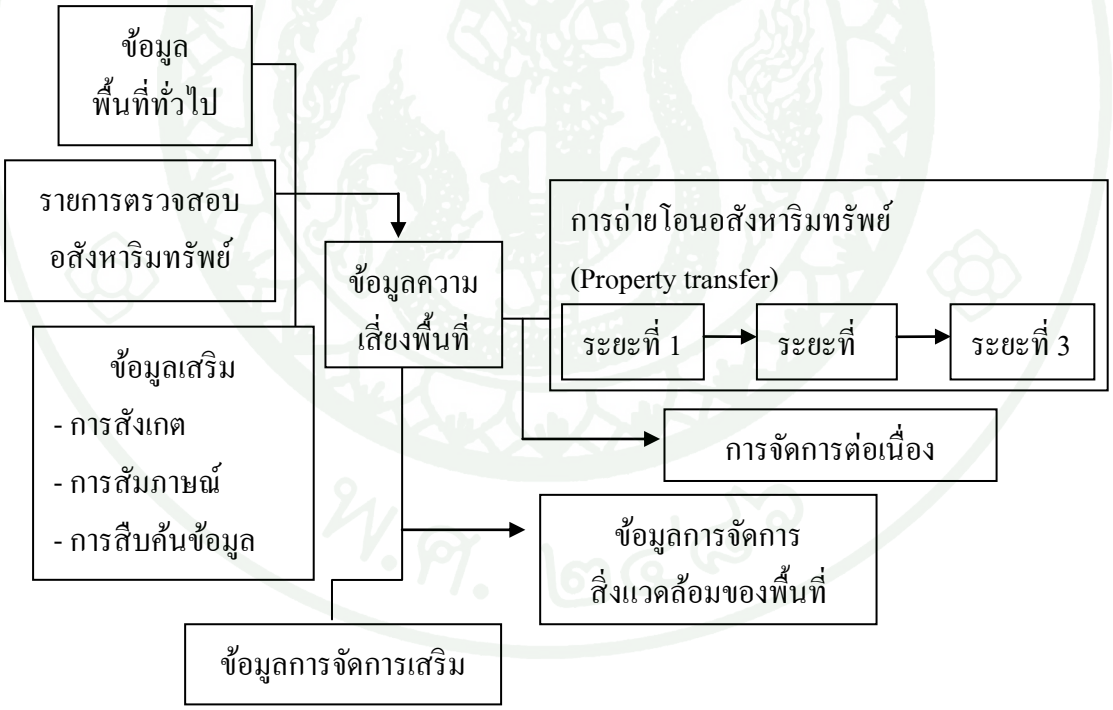
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD)

1.1 การจัดการความเสี่ยงของอสังหาริมทรัพย์

ทุกองค์กรจะเริ่มต้นจากการจัดการความเสี่ยงของพื้นที่ การทบทวนเอกสารการควบคุมที่มีอยู่และประเมินระดับที่พบเกี่ยวกับความต้องการการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม วิธีการนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เชื่อมโยงกับระดับและราคาของการตรวจสอบ ต่อจำนวนข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้ในการตัดสินใจในการจัดการ โดยองค์ประกอบในการกระบวนการการจัดการความเสี่ยงของอสังหาริมทรัพย์นั้นถูกแสดงไว้ดังภาพที่ 1 ซึ่งแสดงการจัดการข้อมูลที่ดี และถ้ามีการจัดการข้อมูลที่ดีก็อาจไม่ต้องดำเนินการในขั้นตอนระยะที่ 1, 2 หรือ 3 (Pritchard, 2001)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยงของอสังหาริมทรัพย์

ที่มา: Pritchard (2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดทำข้อมูลประวัติความเสี่ยงของพื้นที่ เริ่มต้นจากการทำรายการตรวจสอบ (The Property Observation Checklist) โดยนำไปใช้ตรวจสอบและระบุพื้นที่ที่ปนเปื้อน และการจัดทำข้อมูลเสริม (Supplementary information) จากการตรวจสอบของบุคคลที่สาม หรือการทบทวนสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากการสัมภาษณ์และการตรวจสอบ ก่อนเข้าสู่การถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ (Property transfer)

ถึงแม้ว่าสิ่งที่ถูกระบุในขั้นตอนการจัดการความเสี่ยงของอสังหาริมทรัพย์ อาจเป็นไปที่แต่ละองค์กรจะใช้ประโยชน์จากระบบนี้ในรูปแบบที่แตกต่างกัน ที่ไม่พอดีกับกล่องในภาพที่ 1 ซึ่งประโยชน์ของการดำเนินการตามวิธีการที่เป็นลำดับขั้นตอนนี้จะมีประสิทธิภาพถ้าไม่มีข้อจำกัดทางการเงิน

1.2 การถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ (Property transfer)

การถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ (Property transfer) คือ การตรวจสอบก่อนการเข้าซื้อกิจการ โดยเน้นที่ลักษณะของธรรมชาติและขอบเขตความรับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้นและมีผลสืบทอด ซึ่งวิธีที่เป็นมาตรฐานสำหรับการศึกษาการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (Pritchard, 2001) คือ

ระยะที่ 1 (Phase 1) การสำรวจพื้นที่ร่วมกับข้อมูลทางประวัติศาสตร์และข้อมูลที่เผยแพร่ และการสัมภาษณ์เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการปล่อยวัตถุอันตรายที่เกิดขึ้น และถ้าระยะที่ 1 เสนอแนะว่าอาจมีการปล่อยวัตถุอันตรายเกิดขึ้น การศึกษาระยะที่ 2 จึงเป็นสิ่งจำเป็น

ระยะที่ 2 (Phase 2) การศึกษาจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อระบุหรือยืนยันการปนเปื้อนจากการศึกษาในระยะที่ 1

ระยะที่ 3 (Phase 3) เป็นการสำรวจที่มีจุดประสงค์เพื่อระบุขอบเขต ระดับและอัตราการเคลื่อนย้ายการปนเปื้อนที่ระบุในระยะที่ 2 และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยตัดสินในการดำเนินการประเมินสิ่งแวดล้อม คือ หนี้สิน (liability) ซึ่งความกลัวที่จะต้องรับผิดชอบต้นทุนการทำความสะอาดพื้นที่ปนเปื้อน เป็นแรงขับเคลื่อนในการตรวจสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านสิ่งแวดล้อม ในด้านกฎหมายสิ่งแวดล้อม ได้แก่ the Comprehensive Environmental Response Compensation and Liabilities Act (CERCLA) หรือ the Superfund และ the Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) ให้กรอบการทำงานที่บังคับใช้กับเจ้าของอสังหาริมทรัพย์ ผู้ปฏิบัติงาน และบุคคลอื่นๆ ให้บำบัดดินหรือน้ำปนเปื้อน และของเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมอื่นๆ ดังนั้นก่อนการดำเนินธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ หน่วยงานต่างๆ ผู้ซื้อ ผู้ขาย และผู้ให้กู้ ควรจะดำเนินการตรวจสอบอย่างเพียงพอ และสำรวจอสังหาริมทรัพย์ที่ต้องการ ครอบคลุมการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อสังหาริมทรัพย์ ซึ่งเทคนิคในการประเมินพื้นที่ เครื่องมือที่ใช้ควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปจะทำหลายขั้นตอน เริ่มด้วยการอธิบายลักษณะทั่วไปและการดำเนินการโดยละเอียด และการตรวจสอบที่ต้องใช้เวลา เมื่อมีเหตุผลที่สมควรจากสถาพของพื้นที่และธรรมชาติของการจัดการ สำหรับหนังสือของ Goss *et al*. (1992) ขั้นตอนจะอ้างถึง 3 ขั้นตอน คือ การประเมินเบื้องต้น (Preliminary Evaluation) การประเมินขั้นที่สอง (Secondary Evaluation) และการทำความสะอาดพื้นที่และลดความเป็นอันตราย (Site Clean up and Mitigation)

การประเมินเบื้องต้น (Preliminary Evaluation) แสดงให้เห็นประวัติของพื้นที่และระบุถึงชนิดของสารปนเปื้อนที่ชัดเจน โดยไม่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในกระบวนการตัดสินใจ องค์ประกอบของขั้นตอนนี้จะรวมแหล่งข้อมูลที่จะเตือนผู้ให้กู้ ทนาย และผู้เชี่ยวชาญอสังหาริมทรัพย์ต่อปัญหาการปนเปื้อนทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นไปได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการประเมินงานด้านวิศวกรรมที่จำเป็น การแนะนำวิธีการอธิบายลักษณะของพื้นที่และการสร้างทางเลือกสำหรับการฟื้นฟูพื้นที่ ผลของการออกแบบและการวางแผนการประเมินเบื้องต้นที่เหมาะสมจะเป็นวิธีที่สั้นกระชับเหมาะสมกับเวลา และคุ้มทุน

หลังจากการประเมินเบื้องต้น (Preliminary Evaluation) เสร็จสมบูรณ์ การตัดสินใจการประเมินขั้นที่สอง (Secondary Evaluation) จะถูกสร้างเพื่อตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ต่อไป ซึ่งความแตกต่างของการประเมินเบื้องต้นและขั้นที่สอง คือ การประเมินเบื้องต้นจะตรวจสอบธรรมชาติทั่วไป ขณะที่ขั้นที่สองจะตรวจสอบแบบเฉพาะเจาะจง รวมถึงการทดสอบทางวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์ทางวิศวกรรม ในการดำเนินการขั้นที่สองเพื่อทดสอบวัตถุที่ระบุในการสำรวจขั้นแรก ซึ่งแสดงลักษณะสารต้องสงสัยตามการควบคุมสิ่งแวดล้อม และยืนยันปริมาณของสาร เพื่อเป้าหมายในการประเมินต้นทุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลจากรายงานจากการประเมินขั้นที่สองที่ได้รับความเห็นชอบจะถูกนำมาสร้างข้อสรุปและคำแนะนำที่เชื่อถือได้ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับโดยทั่วไปในวิชาชีพที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม ข้อมูลต่างๆ เหล่านั้นจะต้องพิสูจน์ได้ เมื่อทำการตรวจสอบอีกครั้งจะต้องได้ผลเหมือนเดิม ผลกระทบของทางเลือกที่เสนอในรายงานความเสี่ยง และการประเมินต้นทุนจะต้องถูกตรวจสอบด้วย และสุดท้ายจะต้องพิจารณาถึงระดับของการทำความสะอาดที่เลือกสำหรับพื้นที่ ซึ่งในการทำความสะอาดจะมองในมุมมองทางวิทยาศาสตร์และกฎข้อบังคับ และมุมมองทางเศรษฐศาตร์และธุรกิจอีกด้วย

การดำเนินการของ Wilson (1991) มีความคล้ายคลึงกับขั้นตอนดังที่กล่าวมาในข้างต้น โดยมีการแบ่งขั้นตอนการดำเนินการประเมินความเสี่ยงไว้ 3 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน ได้แก่ ระยะที่ 1 ที่เน้นการสืบค้นข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณะและการเข้าสำรวจพื้นที่ ระยะที่ 2 เป็นการยืนยันหรือปฏิเสธการมีอยู่ของความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมที่สงสัย โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับตามกฎหมาย และระยะที่ 3 จะให้ข้อมูลการพบความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม เพื่อกำหนดขอบเขตของความเสี่ยงและพัฒนาแผนการดำเนินงานให้เหมาะสมสำหรับลดความเสี่ยง

Civilian federal agency task force (1998) กล่าวว่าสิ่งสำคัญของกระบวนการสอบการสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) คือ การดำเนินการเพื่อระบุและบันทึกข้อมูลการปนเปื้อนทางสิ่งแวดล้อมที่มีความเป็นไปได้ โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการเพื่อทำให้แน่ใจว่าความจำเป็นของ EDD นั้นมีอยู่หรือไม่และการปนเปื้อนอะไรบ้างที่มีความเป็นไปได้ในสิ่งแวดล้อมซึ่งจะต้องถูกระบุ การสร้างความมั่นใจในการปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นเพื่อการป้องกันและฟื้นฟู เป็นแนวทางในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและการประเมินของอสังหาริมทรัพย์เพื่อที่จะช่วยในการตัดสินใจการทำธุรกรรมสำหรับอสังหาริมทรัพย์ และการหลีกเลี่ยงการฟ้องร้องที่มีค่าใช้จ่ายสูงและความรับผิดชอบในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมภายใต้กฎหมาย The Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) หรือกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่มีการบังคับใช้

การดำเนินการ EDD ของ Civilian federal agency task force (1998) ประกอบด้วย 3 ระยะ ซึ่งถูกออกแบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจที่สำคัญ ซึ่งการดำเนินการในระยะถัดไปหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เกี่ยวข้องในการประเมินระดับการปนเปื้อนของอสังหาริมทรัพย์นั้นๆ เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นกระบวนการ EDD จะยุติลงเมื่อผู้เกี่ยวข้องเห็นว่ามีข้อมูลการปนเปื้อนของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อสังหาริมทรัพย์และข้อมูลหนี้สินที่เพียงพอแล้วในการตัดสินใจที่เกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์นั้นๆ โดยทั้ง 3 ระยะ มีรายละเอียดการดำเนินการดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบ (Phase I – Liability Assessment) ระบุพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ในการปนเปื้อนและมีข้อสงสัยเกี่ยวกับคุณภาพทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นผลทำให้เกิดเป็นหนี้สินทางสิ่งแวดล้อมภายหลังได้

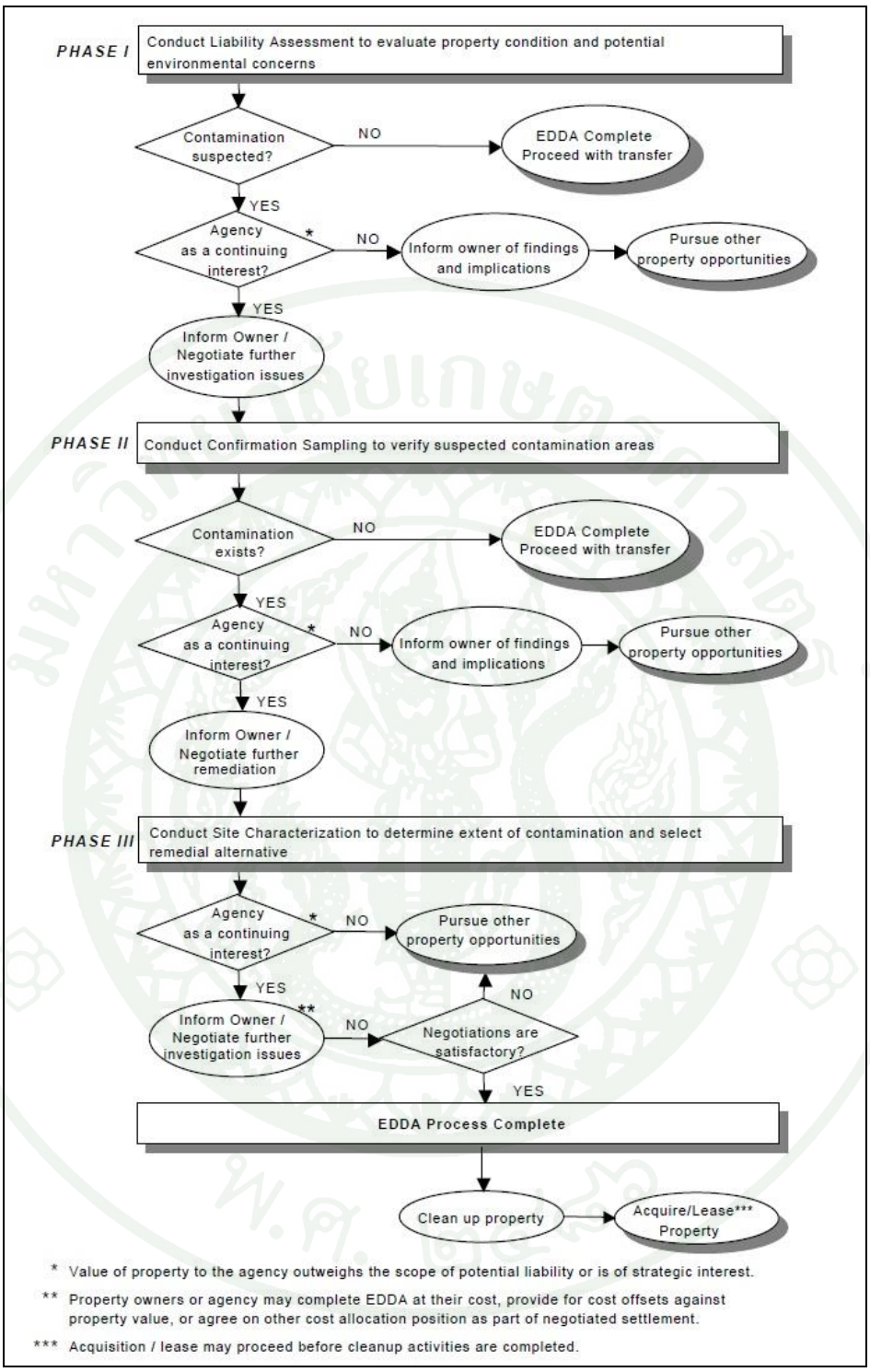
ระยะที่ 2 การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยืนยัน (Phase II – Confirmation Sampling) หากผลการประเมินจากระยะที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการปนเปื้อน และผู้เกี่ยวข้องที่เป็นเจ้าของหรือผู้ถือครอง มีความประสงค์ที่จะประเมินความเสี่ยงของอสังหาริมทรัพย์อย่างละเอียดต่อไป ระยะที่ 2 จึงจะถูกดำเนินการซึ่งจะเป็นการสุ่มตัวอย่างจากพื้นที่เป้าหมายเพื่อยืนยันหรือปฏิเสธการปนเปื้อนที่ถูกสงสัยนั้นๆ ตามที่ระบุในระหว่างการประเมินในระยะที่ 1

ระยะที่ 3 การจำแนกลักษณะของพื้นที่ (Phase III – Site Characterization) ระยะนี้จะมีความจำเป็นก็ต่อเมื่อการปนเปื้อนถูกยืนยันจากระยะที่ 2 วัตถุประสงค์ของระยะนี้คือ การจำแนกลักษณะการปนเปื้อนที่ครบถ้วน ประเมินสารปนเปื้อนด้านชนิด/ประเภท ด้านปริมาณและขอบเขตการกระจายตัวของสารปนเปื้อน นอกจากนี้ข้อมูลลักษณะของพื้นที่ยังส่งผลต่อการคัดเลือกเทคโนโลยีการฟื้นฟูที่เหมาะสม รวมถึงเป้าหมายของการฟื้นฟูที่เป็นไปได้ และต้นทุนของทางเลือกสำหรับเทคโนโลยีการฟื้นฟู

1.2 กระบวนการตัดสินใจในการดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม

การตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) จากการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญไม่ว่าจะเป็นการดำเนินการทั้งสามระยะหรือเพียงในส่วนของระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบ (Phase I Liability Assessment) ก็เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจว่าจะดำเนินการทำธุรกรรมอสังหาริมทรัพย์ต่อไปหรือไม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับผลการตรวจสอบ EDD ซึ่งการดำเนินการตัดสินใจ แสดงดังภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 กระบวนการตัดสินใจสำหรับการดำเนินการซื้อหรือเช่า

ที่มา: Civilian federal agency task force (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการการตัดสินใจ พิจารณาว่า EDD ระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบจะถูกดำเนินการสำหรับการทำธุรกรรมอสังหาริมทรัพย์เป็นส่วนใหญ่ ความต้องการระยะ หรือ Phase ในกระบวนการ EDD ที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับการซื้อขายหรือธุรกิจสัญญาเช่า อย่างไรก็ตามจะขึ้นอยู่กับความสำคัญหรือธรรมชาติเชิงกลยุทธ์ของอสังหาริมทรัพย์ ถ้าสถานที่ของอสังหาริมทรัพย์ที่ได้มาหรือเช่าไม่มีความสำคัญ หน่วยงานที่ตัดสินใจจะเลือกที่จะลดการติดตามอสังหาริมทรัพย์ที่ปราศจากการปนเปื้อนที่สงสัย ในทางตรงกันข้าม ถ้าสถานที่ของอสังหาริมทรัพย์ที่ได้มาหรือเช่ามีความสำคัญ หน่วยงานอาจตัดสินใจรวบรวมข้อมูลให้มากขึ้นจากการดำเนินการระยะที่ 2 เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของความรับผิดชอบก่อนดำเนินการตัดสินใจเกี่ยวกับการได้มาหรือการเช่าอสังหาริมทรัพย์ ในบางสถานการณ์ ถ้าการปนเปื้อนถูกรายงานในเอกสาร EDD ในอสังหาริมทรัพย์ที่มีความน่าสนใจเชิงกลยุทธ์ หน่วยงานอาจเลือกให้เช่ามากกว่าการได้มาของอสังหาริมทรัพย์ ในกรณีเช่นนี้การดำเนินการ EDD จะพิจารณาให้หน่วยงานหลีกเลี่ยงการได้รับหนี้สินทางด้านสิ่งแวดล้อม และสร้างวิธีการจัดการ เพื่อป้องกันการดำเนินการที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า โดยที่การปนเปื้อนเป็นที่ทราบอยู่แล้ว หรือเป็นการปนเปื้อนที่ถูกสงสัยในพื้นที่

ในช่วงระยะที่ 2 ของ EDD ถ้าการปนเปื้อนไม่ได้รับการยืนยัน การทำธุรกรรมสามารถดำเนินการต่อได้โดยปราศจากความเสี่ยงที่ไม่เหมาะสมสำหรับความรับผิดชอบทางสิ่งแวดล้อม แต่หากมีการปนเปื้อนถูกยืนยันในระยะที่ 2 ผู้ตัดสินใจจะต้องกำหนดความสำคัญของพื้นที่เทียบกับความรับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้นพร้อมกับการซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ ที่จุดนี้หน่วยงานอาจจะเข้าไปในการเจรจาต่อรองกับเจ้าของพื้นที่ปนเปื้อน หรือหน่วยงานอาจเลือกติดตามการประเมินต่อไปด้วยการดำเนินการระยะที่ 3 ข้อมูลการประเมินระยะที่ 3 จะช่วยในการตัดสินใจ โดยการชั่งน้ำหนักระหว่างต้นทุนความรับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้นกับมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ หน่วยงานสามารถตัดสินใจนำข้อมูลต้นทุนนี้ไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อลดราคาการซื้ออสังหาริมทรัพย์ ถ้าการค้นหาของระยะที่ 2 หรือระยะที่ 3 ปรากฏผลในทางตรงกันข้าม โอกาสในการซื้อขายอื่นๆหรือการเช่าอาจกลายเป็นการยอบรับได้ที่มากขึ้น

Falk *et al.* (2008) กล่าวว่าเหตุผลแรกในการดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence) ก่อนที่จะได้มาของอสังหาริมทรัพย์ใดๆ นั้น จะต้องตรวจสอบว่าอสังหาริมทรัพย์นั้นมีความเสี่ยงในด้านหนี้สินหรือไม่ เจ้าของที่ดินใหม่อาจจะต้องรับผิดชอบภายใต้ความหลากหลายของกฎหมายสิ่งแวดล้อม ตามกฎหมายหรือกฎหมายทั่วไปอย่างใดอย่างหนึ่ง สำหรับหนี้สินที่เกี่ยวกับที่ดิน ในบางกรณีจะไม่คำนึงถึงว่าพวกเขาเป็นเจ้าของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใหม่ที่เป็น "ผู้บริสุทธิ์" “innocent” ที่มีบทบาทในการก่อให้เกิดการปนเปื้อนหรือความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

Matter (2010) กล่าวว่าการดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นเพราะผู้ซื้อต้องการรู้ค่าใช้จ่ายและโอกาสในการรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม เช่น การรั่วไหลจากถังที่เก็บอยู่ใต้ดิน เป็นต้น การดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมจึงเป็นหัวใจสำคัญของผู้ซื้อที่จะหลีกเลี่ยงความรับผิดชอบที่ตนเองไม่ได้ก่อการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์จะสามารถปกป้องผู้ซื้อที่บริสุทธิ์ (Innocent Purchaser Defense)

Payne (2006) กล่าวว่าการตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อมกลายเป็นความต้องการทั่วไปของเจ้าของอสังหาริมทรัพย์ ผู้ขาย และสถาบันที่ให้กู้ยืมเงิน ในการกำหนดความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อมของอสังหาริมทรัพย์ วัตถุประสงค์ทั้งหมดของกระบวนการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมคือการได้มาของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในด้านความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม จากการกำจัดความไม่แน่นอนเกี่ยวกับสภาวะของอสังหาริมทรัพย์ ความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจจะปนเปื้อนชัดเจนในดินหรือน้ำผิวดินในพื้นที่ หรือขอบเขตที่เกี่ยวข้องกับสารที่ไม่ใช่สารมลพิษ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งอาจมีปัญหาการดำเนินการตามกฎหมาย หรือข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานซึ่งมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของอสังหาริมทรัพย์ในอนาคต เป็นต้น

ในการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม จะตรวจสอบในด้านความเสียหายที่ปรากฏในปัจจุบันและหลังจากการซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ วัตถุประสงค์ของแนวทางการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม จะทำให้ผู้ซื้ออสังหาริมทรัพย์ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์ที่ต้องการเพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ผลกระทบด้านการเงินที่เป็นไปได้ด้านกายภาพของอสังหาริมทรัพย์ และความต้องการหลังการซื้อขายที่ดินสำหรับปัญหาการปนเปื้อนที่มีอยู่ ข้อจำกัดในการดำเนินการ ซึ่งจะให้แนวทางแผนการจัดการความเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพสำหรับเจ้าของอสังหาริมทรัพย์ใหม่ ซึ่งอาจเป็นผลให้เกิดความล่าช้าของการการดำเนินการทางธุรกิจหรือกรณีที่แย่ที่สุด คือ การหยุดการซื้อขายทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กฎหมายสิ่งแวดล้อม

การดำเนินการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย สิ่งที่กำหนดว่าพื้นที่อสังหาริมทรัพย์อยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงหรือไม่นั้น คือกฎหมายและข้อบังคับด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม กฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องนั้นได้แก่ พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เป็นต้น

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2556) กล่าวว่า พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้มีการบัญญัติมาตราที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม หมวด 3 การคุ้มครองสิ่งแวดล้อม ส่วนที่ 1 มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม มาตราที่ 32-34 รวมทั้งประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติที่ออกตามความในมาตรา 32-34 แบ่งออกเป็น

2.1.1 กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ชั่วโมง

ฉบับที่ 21 (พ.ศ.2544) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ชั่วโมง

ฉบับที่ 24 (พ.ศ.2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

ฉบับที่ 28 (พ.ศ.2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

ฉบับที่ 30 (พ.ศ.2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี

ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2552) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยทั่วไป

ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ ได้แก่ ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง (ยกเลิก ตามคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ)

ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2543) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

ฉบับที่ 27 (พ.ศ.2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

2.1.3 กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษดิน ได้แก่ ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ.2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

3. การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย

นิพันธ์ (2552) กล่าวว่าการใช้ที่ดิน หมายถึง การใช้ประโยชน์จากที่ดินเพื่อประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่ เพื่อที่อยู่อาศัย กิจกรรมทางธุรกิจการค้า การอุตสาหกรรม สถานที่ราชการ โรงเรียน ถนน หรือสาธารณสถานต่างๆ การใช้ที่ดินในเมืองจะแตกต่างกับการใช้ที่ดินในชนบทกล่าวคือ การใช้ที่ดินในชนบทจะมุ่งใช้ที่ดิน เพื่อผลิตผลทางการเกษตร เช่น การเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น โดยทั่วไป การใช้ที่ดินในเขตเมืองจะแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

(1) การใช้ที่ดินเป็นถนน

(2) การใช้ที่ดินเป็นที่อยู่อาศัย

(3) การใช้ที่ดินเพื่อเป็นสถานที่ประกอบการค้าหรือย่านการค้า

(4) การใช้ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรมและ

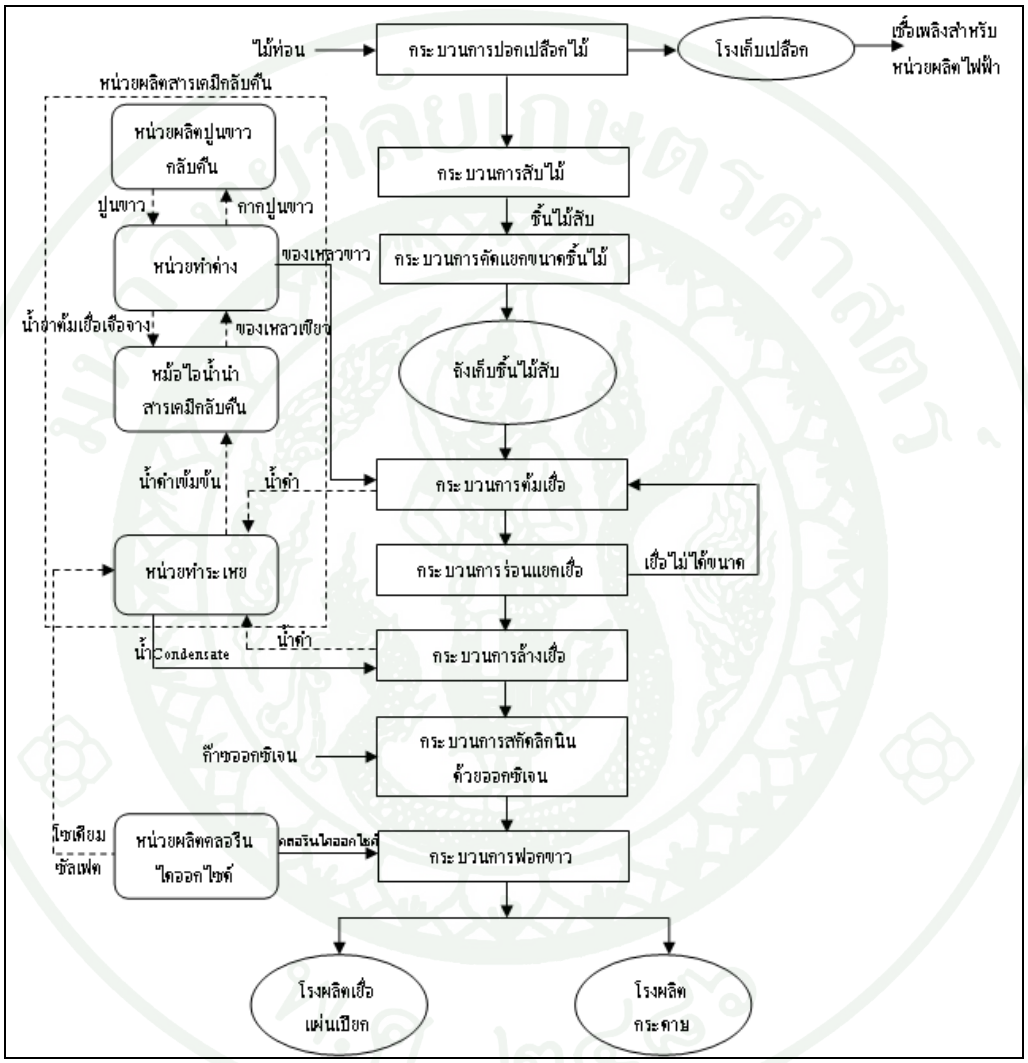
(5) การใช้ที่ดินเป็นสาธารณสถาน เช่น สถาบันทางการศึกษา ศาสนสถาน การสาธารณูปโภค สถานที่ราชการ สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น

การใช้ที่ดินในเขตเมืองที่ได้แบ่งประเภทดังข้างต้นนี้ ที่ดินแต่ละประเภทจะต้องมีการกำหนดลงไปว่า จะใช้กี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดในเขตเมืองนั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินในความรับผิดชอบของตน สำหรับประเทศไทย เมืองก็หมายถึงเขตเทศบาล ซึ่งเป็นแหล่งชุมชนที่มีหน่วยงานปกครองของตนเองในรูปของเทศบาลหรือสุขาภิบาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. กระบวนการผลิตเยื่อหรือกระดาษ (บริษัทคอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด, 2552)

กระบวนการผลิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การเตรียมชิ้นไม้สับ การผลิตเยื่อฟอก การผลิตสารฟอกขาว และการผลิตสารเคมีกลับคืน ดังแสดงดังภาพที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3 กระบวนการผลิตเยื่ออย่างง่าย

ที่มา: บริษัทคอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 การเตรียมชิ้นไม้สับ (Chip Preparation)

4.1.1 การลอกเปลือกไม้ (Debarking)

ท่อนไม้ยูคาลิปตัสที่ผ่านการริดกิ่งและใบออกในลานกองพื้นที่ส่วนวัตถุดิบ (Wood Yard) จะถูกส่งมายังหน่วยเตรียมชิ้นไม้ ซึ่งอยู่ทางทิศเหนือของลานกอง โดยขั้นแรกจะเข้าเครื่องลอกเปลือก (Debarking) เพื่อทำการลอกเปลือกออก เครื่องลอกเปลือกที่โรงงานใช้ในปัจจุบันมีจำนวน 1 เครื่อง เป็นแบบ Debarkimg Drum การทำงานของเครื่องอาศัยหลักการหมุนทำให้เปลือกไม้หลุดออก เนื่องจากแรงเสียดทานและการกระแทกของไม้ ไม้ที่ลอกเปลือกแล้วจะถูกล้างทำความสะอาดก่อนนำเข้าเครื่องสับชิ้นไม้ (Chipper Machine) ส่วนเปลือกไม้ที่ลอกออกจะถูกส่งไปเก็บยังโกดังเก็บเปลือกไม้ ขนาดความจุ 4,000 ลูกบาศก์เมตร เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของหม้อต้มไอน้ำ (Power Boiler) ของหน่วยผลิตไฟฟ้าต่อไป

4.2.2 การสับไม้ (Chipping)

ท่อนไม้ที่ลอกเปลือกและทำความสะอาดแล้ว จะถูกส่งเข้ามายังเครื่องสับไม้ (Chipper Machine) เพื่อสับเป็นชิ้น ชิ้นไม้สับที่ได้จะผ่านตะแกรงร่อน (Screen) เพื่อคัดขนาดตามต้องการ โดยขนาดของชิ้นไม้สับที่นำมาใช้ในการต้มเยื่อมีขนาด 1x1x0.2 นิ้ว สำหรับชิ้นที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะถูกส่งกลับเข้าเครื่องย่อยซ้ำอีกครั้ง ส่วนชิ้นไม้สับที่ได้ขนาดจะนำไปกองไว้ภายในโกดังเก็บชิ้นไม้ ขนาด 78,200 ลูกบาศก์เมตร เพื่อรอส่งเข้าสู่การต้มเยื่อต่อไป

4.2 กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ (Fiber Line)

กระบวนการผลิตเยื่อฟอก แบ่งย่อยออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การต้มเยื่อ และการฟอกเยื่อ โดยใช้กระบวนการต้มเยื่อแบบคราฟท์ (Kraft Process) ซึ่งใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) ในการต้มเยื่อ กระบวนการผลิตเยื่อเริ่มจากชิ้นไม้สับถูกลำเลียงเข้าสู่หม้อต้ม ซึ่งชิ้นไม้จะถูกต้มด้วยความร้อนและสารเคมี กลายเป็นเยื่อแขวนลอยอยู่ในน้ำดำ จากนั้นเยื่อจะถูกส่งเข้าถังลดความดัน และเครื่องกรอง เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่เส้นใยออก เยื่อที่แยกได้จะถูกนำมาล้าง และทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เพื่อละลายลิกนินที่ยังหลงเหลืออยู่ก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการฟอกเยื่อ เพื่อเพิ่มความขาวสะอาดให้แก่เยื่อ และเยื่อที่ผ่านการฟอกจะถูกทำเป็นแผ่นด้วยเครื่องทำแผ่น เพื่อส่งให้ลูกค้าต่อไป รายละเอียดกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.1 การต้มเยื่อ (Digesting)

กระบวนการต้มเยื่อ เริ่มจากชิ้นไม้สับถูกลำเลียงเข้าสู่หม้อต้ม (Digester) ขนาด 837 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ใบ ซึ่งเป็นแบบ Isothermal ซึ่งเป็นระบบที่อุณหภูมิในการต้มเท่ากันในแต่ละส่วน โดยชิ้นไม้สับจะถูกลำเลียงเข้าทางด้านบน (Top Separator) ซึ่งมีลักษณะเป็นสกรู (Screw Conveyor) ทำหน้าที่รับชิ้นไม้เข้าสู่หม้อต้มเยื่อ โดยการป้อนชิ้นไม้เข้าสู่หม้อต้มจะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

ภายในหม้อต้มเยื่อ ชิ้นไม้สับจะถูกต้มพร้อมกับสารเคมีที่ลำเลียงมาพร้อมกัน ซึ่งได้แก่ สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซัลไฟด์ โดยใช้ไอน้ำอย่างต่อเนื่องภายใต้ความดัน 6.5 บาร์ อุณหภูมิ 160-170 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการต้มประมาณ 3-4 ชั่วโมง ทำให้ชิ้นไม้สับกลายเป็นเยื่อแขวนลอยอยู่ในน้ำดำ (Black Liquor) ส่วนลิกนินก็จะละลายอยู่ในน้ำยาต้มเยื่อกลายเป็นน้ำดำดังกล่าว จากนั้นเยื่อจะถูกส่งเข้าถังลดความดัน (Blow Tank) ขนาด 1,050 ลูกบาศก์เมตร เพื่อลดความดันให้เท่ากับความดันบรรยากาศ จากนั้นจะส่งเข้า Knotter เพื่อแยกตาไม้และเข้าเครื่องร่อนแยกเยื่อ (Primary Screen) เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่สันใย ได้แก่ หิน ทราย ยาง พลาสติก และประเภทที่เป็นวัสดุเส้นใย ได้แก่ มัดเส้นใย เสี้ยน และข้อ ฯลฯ ซึ่งต้มไม่สุกออกมาแล้วนำกลับไปต้มใหม่ ส่วนเยื่อที่ได้ขนาดจะถูกล้างให้สะอาดอีกครั้งในเครื่องบีบล้าง โดยใช้น้ำที่ได้จากการควบแน่น (Condensate) และน้ำหมุนเวียน จากนั้นเยื่อจะเข้าสู่ขั้นตอนการสกัดลิกนินด้วยออกซิเจนต่อไป ส่วนของน้ำล้างซึ่งเป็นน้ำดำจะถูกส่งไปยังหน่วยผลิตสารเคมีกลับคืนต่อไป

4.2.2 การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจน (Oxygen Delignification)

การสกัดลิกนินด้วยออกซิเจนเป็นการกำจัดลิกนินที่ยังเหลืออยู่ในขั้นตอนแรก โดยใช้ออกซิเจน (O_2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และไอน้ำเข้าทำปฏิกิริยากับลิกนิน โดยกระบวนการเริ่มต้นจากการผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้ากับเยื่อ จากนั้นจะส่งส่วนผสมทั้งหมดเข้าไปในถังปฏิกิริยา (Oxygen Reactor) ภายใต้อุณหภูมิ 100-115 องศาเซลเซียส และความดัน 8.5 บาร์ โดยใช้เวลาประมาณ 60 นาที ภายในถังโซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนไปสกัดลิกนินในเยื่อให้หลุดออกโดยมีไอน้ำเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นเยื่อที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังถังลดความดันก่อนผ่านเข้าเครื่องล้างด้วยระบบการใช้น้ำหมุนเวียนแบบย้อนกลับเช่นเดียวกับการล้างเยื่อ เยื่อที่ได้จะมีสีน้ำตาลอ่อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แม้ว่าการละลายลิกนินด้วยออกซิเจนจะมีต้นทุนที่สูงและใช้พลังงานมาก แต่ในแง่ของสิ่งแวดล้อมแล้วการละลายลิกนินด้วยออกซิเจน คือการทำให้การใช้สารเคมีต่างๆ ในขั้นตอนการฟอกเยื่อลดลง จากค่า Kappa Number ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณลิกนินที่เหลือในเยื่อ (คำนวณจากจำนวนมิลลิลิตรของด่างทับทิมเข้มข้น 0.1 N ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับเยื่อแห้ง 1 กรัม ตามสภาวะที่กำหนด) ลดลง โดยค่า Kappa Number ของเยื่อก่อนการละลายลิกนินด้วยออกซิเจนมีค่าประมาณ 15 และหลังจากทำปฏิกิริยาในถัง Oxygen Reactor จะได้เยื่อที่มีค่า Kappa Number 9 ซึ่งหมายถึงปริมาณลิกนินจะเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่ใช้ในการต้ม เป็นผลให้การใช้สารเคมีในขั้นตอนการฟอกลดน้อยลง ทำให้ปริมาณสารเคมีที่จะติดไปกับน้ำเสียลดลงด้วย จึงเป็นการลดปริมาณน้ำทิ้งและค่าความสกปรกในน้ำทิ้ง ทั้งนี้น้ำล้างจะถูกนำกลับไปเผาที่หน่วยผลิตสารเคมีกลับคืน

4.2.3 การฟอกเยื่อ (Bleaching) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเยื่อในด้านความขาวสว่างโดยใช้สารเคมีในการฟอก 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นตอนการฟอก D0, EOP (Extraction by NaOH, Oxygen and H_2O_2) และ D1 ซึ่งเป็นระบบการฟอกเยื่อแบบ Elementary Chlorine Free (ECF) โดยก่อนการฟอกเยื่อ จะมีการเติม $MgSO_4$ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเยื่อ จากนั้นเยื่อจะถูกฟอกด้วยคลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) ก่อน แล้วผ่านเข้าเครื่องล้างเยื่อเพื่อทำความสะอาด จากนั้นจึงสกัดด้วยออกซิเจน โซเดียมไฮดรอกไซด์ และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จากนั้นเยื่อที่ได้จะถูกส่งไปทำความสะอาดโดยผ่านเข้าเครื่องล้างเยื่ออีกครั้ง ก่อนส่งไปฟอกด้วยคลอรีนไดออกไซด์อีกครั้ง เยื่อหลังผ่านการฟอกจะถูกนำมาทำการล้างทำความสะอาดอีกครั้ง ด้วยระบบกรองแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centri-Cleaner)

เนื่องจากก่อนการฟอกเยื่อทางโครงการได้ใช้วิธีการละลายลิกนินด้วยออกซิเจน (Oxygen Delignification) ทำให้ปริมาณลิกนินเหลือน้อยมาก รวมทั้งในการใช้คลอรีนไดออกไซด์ในการฟอกขาว ทำให้น้ำทิ้งจากเยื่อไม่มีคลอรีน (Cl_2) ปนอยู่ จึงไม่ก่อให้เกิดสารประเภท Highly Chlorinated Hydrocarbons หรือสารประกอบไดออกซิน

เยื่อที่ฟอกขาวและทำความสะอาดแล้วจะถูกทำให้แห้ง และถูกตัดเป็นแผ่นด้วยเครื่องตัดก่อนที่จะมัดรวมกัน จากนั้นจะทำการชั่งน้ำหนัก ห่อและเข้าไปเก็บในโกดังเก็บเยื่อเพื่อรอการส่งขายต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 หน่วยผลิตสารฟอกเยื่อ (Bleaching Chemical Plant)

หน่วยผลิตสารฟอกเยื่อของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ มีขั้นตอนการผลิตดังนี้

4.3.1 การผลิตคลอรีนไดออกไซด์

คลอรีนไดออกไซด์ที่ใช้ในการฟอกเยื่อถูกผลิตโดย Chlorine Dioxide Plant โดยใช้โซเดียมคลอเรต ($NaClO_3$) เป็นวัตถุดิบ ทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เมธานอล (Methanol) และไอน้ำความดันต่ำ ภายในถังปฏิกิริยา (ClO_2 Generator) ได้ก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ที่มีอุณหภูมิ 70-75 องศาเซลเซียส จากนั้นก๊าซคลอรีนไดออกไซด์จะถูกลดอุณหภูมิลงในหอแลกเปลี่ยนความร้อน (Condensor) จนมีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส และเข้าสู่หอดูดซึมก๊าซ (Absorption Tower) ซึ่งใช้น้ำเย็น (8-10 องศาเซลเซียส) เป็นตัวดูดซึม จากขั้นตอนนี้จะได้คลอรีนไดออกไซด์น้ำ (ClO_2 Water) ที่ความเข้มข้น 10 กรัม/ลิตร ซึ่งจะถูกส่งไปยังถังเก็บ ก่อนนำไปใช้ในการฟอกเยื่อต่อไป ส่วนของก๊าซที่เหลือจากหอดูดซึมก๊าซจะถูกส่งไปยังหอกำจัดก๊าซแบบ Wet Scrubber ต่อไป

ระหว่างการทำปฏิกิริยาในถังปฏิกิริยา นอกจากจะได้ก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ในขั้นตอนนี้ยังได้เค้กเกลือ (Salt Cake) ซึ่งจะผ่านเครื่องกรองเค้กเกลือ (Salt Cake Filter) และส่งไปยังถังพักสารละลายเค้กเกลือ เพื่อทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้ออกมาเป็นสารละลายโซเดียมซัลเฟต ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการนำสารเคมีกลับคืนต่อไป

4.3.2 การผลิตสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์

การผลิตสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งจะใช้ในการกำจัด ClO_2 ที่หลงเหลือจากการฟอกเยื่อนั้น เริ่มจากนำกำมะถันในรูปของแข็งมาหลอม โดยไอน้ำที่มีความร้อนสูง (ประมาณ 150-155 องศาเซลเซียส) ได้เป็นกำมะถันเหลว (Sulfur Melts) แล้วจึงส่งเข้าเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน ได้เป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกลดอุณหภูมิใน Sealing Plate เหลือประมาณ 125 องศาเซลเซียส และอีกขึ้นหนึ่งใน Cooling Tower เพื่อลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงจะผ่านเข้า SO_2 Absorption Tower ซึ่งใช้น้ำเย็น อุณหภูมิประมาณ 10-20 องศาเซลเซียส เป็นตัวจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ได้เป็น SO_2 Water ที่มีความเข้มข้นประมาณ 10 กรัม/ลิตร ส่งไปเก็บยังถังเก็บ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร เพื่อจะนำไปใช้ในขั้นตอนการฟอกเยื่อ ส่วนก๊าซที่ระบายจาก SO_2 Absorption Tower จะนำไปผ่าน Scrubber ที่ Bleaching Stack ของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ

4.4 หน่วยผลิตสารเคมีกลับคืน (Chemical Recovery Line)

เนื่องจากในกระบวนการผลิตเยื่อของโครงการมีการใช้สารเคมีในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องมีการนำสารเคมีกลับมาใช้อีกครั้งเพื่อลดต้นทุนในการผลิต และนำพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้สารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังเป็นการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอีกด้วย โดยหน่วยผลิตสารเคมีกลับคืนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ หน่วยทำระเหย (Evaporation Plant) หม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน (Recovery Boiler) และหน่วยผลิตน้ำยาเคมีกลับคืน (Recausticizing Plant) รายละเอียดในแต่ละหน่วย มีดังต่อไปนี้

4.4.1 หน่วยทำระเหย (Evaporation Plant)

น้ำดำ (Black Liquor) จากการต้มเยื่อซึ่งจะถูกล้างออกจากการล้างเยื่อ มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 15-17 จะถูกส่งเข้าเครื่องทำระเหย (5 Stage Evaporator) ขนาด 300 ตัน/ชั่วโมง จำนวน 1 ชุด เพิ่มเพิ่มความเข้มข้นโดยใช้ไอน้ำความดันต่ำ (4.5 บาร์) ที่อุณหภูมิ 158 องศาเซลเซียส เป็นตัวให้ความร้อน จากขั้นตอนนี้น้ำดำจะมีค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 75 น้ำดำที่มีความเข้มข้นสูงนี้ จะถูกส่งไปยังหม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน (Recovery Boiler) ต่อไป นอกจากนี้ เพื่อลดการเกิดตะกรันในหน่วยทำระเหย จึงได้มีการเติมโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) (ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากขั้นตอนการผลิตคลอลดรีนไดออกไซด์)

4.4.2 หม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน (Recovery Boiler)

ที่หม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน ขนาด 216 ตัน/ชั่วโมง สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำดำจะถูกเผาไหม้ให้พลังงานความร้อนในห้องเผาที่มีอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส จากนั้นความร้อนที่ได้จะนำไปต้มเพื่อผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 480 องศาเซลเซียส สารระเหยสารเคมีในน้ำดำที่อยู่ในรูปของเกลืออนินทรีย์ (กากที่เหลือจากการเผาไหม้) จะกลายเป็นของแข็งหลอมเหลว (Smelt) ซึ่งประกอบด้วยโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) และโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ถูกหลอมละลายที่อุณหภูมิสูง และถูกแยกออกทางด้านล่างของหม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน แล้วไหลลงมาที่ถัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ละลาย (Dissolving Tank) ขนาด 210 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจะมีน้ำอยู่ภายในถังทำละลาย โดยน้ำที่ใช้ละลายสารเคมีนี้เป็นน้ำที่มาจากน้ำล้างเจือจางจากหน่วยทำด่าง (Recausticizer) ซึ่งหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ เมื่อของแข็งหลอมเหลวผสมกับน้ำในถังทำละลายจะกลายเป็นของเหลวสีเขียว (Green Liquor) และของเหลวสีเขียวที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปเก็บในถังขนาด 2,000 ลูกบาศก์เมตร ที่หน่วยผลิตน้ำยาเคมีกลับคืนต่อไป

4.4.3 หน่วยผลิตน้ำยาเคมีกลับคืน (Recausticizing Plant)

หน่วยผลิตน้ำยาเคมีกลับคืนมีหน้าที่ผลิตน้ำยาขาว (White Liquor) โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หน่วยทำด่าง (Recausticizer) ในของเหลว (Green Liquor) ที่ส่งมาจากหน่วยหม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน (Recovery Boiler) จะมีสารแขวนลอยติดมาด้วย ส่วนใหญ่จะเป็นเขม่าที่เกิดจากการเผาไหม้ สารแขวนลอยนี้เรียกว่า กากของเหลวเขียว (Dreg) ซึ่งถ้ามีปนเข้าไปในกระบวนการผลิตน้ำยาต้มเยื่อ ก็จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง จึงจำเป็นจะต้องแยกเอากากของเหลวเขียวนี้ออก โดยทำให้ตกตะกอนที่ถังตกตะกอนของเหลวเขียว (Green Liquor Clarifier) ซึ่งกากของเหลวเขียวที่ปั๊มออกจาก Green Liquor Clarifier ยังมีสารเคมีติดปนออกมาด้วยมาก ดังนั้นเพื่อให้สูญเสียสารเคมีน้อยลง ก่อนที่จะทิ้งกากของเหลวเขียวไปจะทำการรีดน้ำออกจากกากโดยใช้ Vacuum ที่ Dreg Filter ซึ่งน้ำนั้นคือ สารเคมีที่ติดอยู่ในตะกอน โดยของเหลวเขียว (Green Liquor) ที่ใสและปูนขาว (Calcium Oxide: CaO) จะถูกป้อนเข้าไปใน Slaker ขนาด 53 ลูกบาศก์เมตร ในสัดส่วนที่เหมาะสม ใน Slaker จะเกิดปฏิกิริยา Slaking และ Causticizing ดังนี้

$$Cao + H2O \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaOH + CaCO_3$$

กากหินปูน (Grit) จะถูกตกตะกอนใน Slaker ส่วนสารละลายจาก Slaker จะไหลผ่าน Causticizer Tank จำนวน 3 ถังเรียงกัน (ขนาดถังละ 120 ลูกบาศก์เมตร) เพื่อยืดเวลาให้ปฏิกิริยา Causticizing สมบูรณ์ เวลาที่เดินทางอยู่ในถังเหล่านี้ ประมาณ 150 นาที หลังจากนั้นสารละลายนี้จะถูกส่งเข้าไปในเครื่องกรองน้ำยาต้มเยื่อ (White Liquor Filter) เพื่อกรองกากปูนขาว (Lime mud) ออกและได้น้ำใสเรียกว่า น้ำยาขาว (Strong White Liquor) ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) และส่งไปเก็บไว้ในถังพักขนาด 2,000 ลูกบาศก์เมตร เพื่อปั๊มส่งไปยังหน่วยต้มเยื่อต่อไป

เพื่อให้มีการสูญเสียสารเคมีน้อยที่สุด กากปูนขาวที่กรองได้จะถูกล้างด้วยน้ำที่ Lime Mud Filter ก่อนที่จะส่งกากปูนขาวไปเผาในเตาเผาปูน ส่วนน้ำล้างกากปูนขาวจะถูกนำไปใช้ที่ถังทำละลาย (Dissolving Tank) ของหน่วยหม้อไอน้ำนำสารเคมีกลับคืน (Recovery Boiler)

ขั้นตอนที่ 2 หน่วยผลิตปูนขาวกลับคืน (Lime Recovery) กากปูนขาวที่ล้างครั้งสุดท้ายด้วย Lime Mud Filter จะมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 25-30 จะส่งเข้าไปเผาในหน่วยเตาเผาปูนแบบหมุน (Rotary Lime Kiln) โดยใช้น้ำมันเตา (Fuel oil) หรือเมธานอล (Methanol) เป็นเชื้อเพลิง (2 หัวฉีด) กระบวนการเผาจะก่อให้เกิดปูนขาว (Calcium Oxide: CaO) กลับคืน ดังสมการ

$$CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CaO + CO_2$$

ปูนขาวในระบบจะไม่สามารถส่งเข้าเผาได้ทั้งหมดจะต้องแบ่งทิ้งออกประมาณร้อยละ 20-25 เพื่อรักษาระดับของแคลเซียมออกไซด์ในระบบให้มากกว่าร้อยละ 80 โดยการเติม Limestone เข้าไปชดเชย ปูนขาวที่ออกมาจากเตาเผาปูนจะผ่าน Screen เพื่อแยกก้อนขนาดใหญ่เกินกำหนดเพื่อส่งไปเขาเครื่องบด (Lime Crusher) ให้ขนาดเล็กลง จากนั้นปูนขาวทั้งหมดจะส่งขึ้นไปเก็บใน Lime Silo ขนาด 550 ลูกบาศก์เมตร ด้วย Elevator Conveyor เพื่อป้อนปูนขาวกลับมาใช้ที่ Slaker ที่หน่วยทำด่างอีกครั้ง

5. การปนเปื้อนในโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ (Department of the Environment, 1996)

การปนเปื้อนในพื้นที่จะขึ้นอยู่กับประวัติของพื้นที่และกระบวนการที่ดำเนินอยู่ในพื้นที่นั้น การปนเปื้อนที่เป็นเป็นได้ถูกบันทึกอยู่ในภาคผนวก และสถานที่ในพื้นที่ที่เป็นกลุ่มหลักของการปนเปื้อนแสดงในตารางภาคผนวกที่ ก1 ซึ่งไม่น่าที่จะเป็นไปได้ที่พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งจะมีสารมลพิษปนเปื้อนอยู่ทุกชนิด นี่เป็นการแนะนำการตรวจสอบพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะดำเนินการเพื่อระบุธรรมชาติของการปนเปื้อนที่เกี่ยวข้องในแต่ละพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปนเปื้อน

การปนเปื้อนที่เป็นไปได้ที่ถูกพบที่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษสามารถแบ่งได้เป็น น้ำทิ้ง หรือการหกและรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นของแข็งหรือของเหลวในกระบวนการ

ของเหลวสามารถปนเปื้อนในพื้นที่ผ่านการรั่วไหลในระบบการขนส่ง (ท่อ ถังและอื่นๆ) หรือผ่านการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพและการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งสารเคมีใดที่ถูกใช้และเก็บในพื้นที่อาจมีการหกรด ซึ่งมีความเป็นไปได้มากที่จะอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ใช้งาน เก็บ หรือบรรจุสารเหล่านั้น ในอดีตบริเวณที่มีการผสมสารเคมีและเจือจางอาจมีการปนเปื้อนจากการหกรดรั่วไหล ถ้ามีการจัดการและการจัดเก็บอย่างเหมาะสม พื้นที่นั้นก็จะไม่มีความเป็นไปได้ในการรั่วไหลจากถังสารเคมี การหกรดของเชื้อเพลิงหรือเครื่องยนต์ในระหว่างการขนส่งน้ำมันจากถังเก็บและแทงก์นั้นก็มีความเป็นไปได้

เคยพบการปนเปื้อนในบางพื้นที่จากหลุมฝังกลบขยะของสารเคมีและขยะอินทรีย์

ความเป็นไปได้ที่อาคารของโรงงานและโครงสร้างภายในมีการใช้แอสเบสตอสในฉนวนกันความร้อน หรือในแผ่นซีเมนต์ ซึ่งถูกใช้เป็นหลังคาหรือวัสดุหุ้ม แอสเบสตอสเป็นวัสดุที่อาจพบในพื้นที่ทิ้งขยะที่โรงงานรื้อถอนวัสดุเหล่านั้นหรือพบในอาคารและโรงงานที่ดำเนินการอยู่

การพบการปนเปื้อนของ polychlorinated biphenyls (PCBs) ที่อยู่ในหม้อแปลงหรือตัวเก็บประจุที่มีสารเหล่านั้น บริเวณที่ใช้งานหรือน้ำมันในหม้อแปลงอาจปนเปื้อนในพื้นที่

การใช้คลอรีนสำหรับการฟอกขาวของการผลิตเยื่อกระดาษจะสร้างสารประกอบของสารอินทรีย์ chlorinated รวมทั้งไดออกซินและฟิวแรนจากปฏิกิริยากับลิกนินที่เหลืออยู่ จึงอาจนำไปสู่การปนเปื้อนจากองค์ประกอบเหล่านี้

5.2 การเคลื่อนที่และการคงอยู่ของการปนเปื้อน

ทัศนคติของความเสี่ยงต่อน้ำใต้ดินขึ้นอยู่กับความลึกของผิวน้ำและคุณสมบัติของดิน โดยทั่วไปเมื่อสารอินทรีย์ในธรรมชาติและปริมาณดินเหนียวในดินมีสูง เกิดการดูดซับของสารมลพิษได้ดีและมีการเคลื่อนที่ต่ำ ในทางกลับกันสารมลพิษจะมีการเคลื่อนที่ได้ดี เมื่อในดินมีทราย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อหยาบและกรวดร่วมกับการมีปริมาณสารอินทรีย์ในธรรมชาติน้อย การละลายน้ำได้น้อย จึงทำให้สารประกอบมลพิษเคลื่อนที่ได้น้อย ซึ่งจะถูกดูดซับบนดินเหนียวหรือสารอินทรีย์ได้ อาจเป็นสาเหตุของมลพิษทางน้ำเป็นเวลานานหลังจากที่แหล่งกำเนิดถูกกำจัดออกไป เป็นผลให้ต้องใช้สารเคมีที่ต่อเนื่องเพื่อทำให้สารมลพิษนั้นหลุดออกจากน้ำและดิน

การเคลื่อนที่ของจำนวนสารประกอบที่ปล่อยออกมาอาจได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ถ้าสารอินทรีย์มีปริมาณมาก ตัวอย่างเส้นใยไม้ที่ถูกย่อยสลายในหลุมฝังกลบขยะ จะมีความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ (biological oxygen demand: BOD) สูง และอยู่ในสภาวะไร้อากาศ (anaerobic) อาจก่อให้เกิดมีเทน (ที่อาจเกิดการระเบิดได้) คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และน้ำชะที่มีสารอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดอินทรีย์ที่มีค่า BOD สูง เป็นต้น

กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพในดินมีอิทธิพลจากปัจจัยด้านปริมาณความชื้น ความเข้มข้นของออกซิเจน และความเป็นกรดด่าง ตัวอย่างปัจจัยปริมาณความชื้นน้อยจะลดกิจกรรมจุลินทรีย์ ขณะที่ปริมาณความชื้นมากสามารถลดการแทรกซึมของออกซิเจนและเป็นมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปสู่สภาวะดินแบบไร้อากาศ สภาวะที่เพิ่มการย่อยสลลายของวัสดุบางชนิด ตัวอย่างเช่น สารประกอบ chlorinated ในสภาวะมีอากาศ (anaerobic) เป็นสิ่งจำเป็นต่อการย่อยสลายน้ำมันจำนวนมาก ยิ่งไปกว่านั้นแนวโน้มความเป็นกรดด่าง (pHs) ต่ำจะลดจำนวนแบคมีเรียและสนับสนุนกิจกรรมของเชื้อราด้วย ที่ความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 5 กิจกรรมจุลินทรีย์ลดลงเป็นอย่างมาก การปรากฏของโลหะหนักก็ยับยั้งกิจกรรมจุลินทรีย์อีกด้วย ซึ่งผลของปัจจัยเหล่านี้ ที่ความเข้มข้นสูงในดิน แม้จะไม่ใช่สารประกอบถาวรก็อาจไม่สามารถย่อยสลายได้ง่าย

5.2.1 น้ำมัน

หากมีการรั่วไหลของน้ำมันเป็นจำนวนมากหรือเป็นเวลานาน อาจเกิดการเคลื่อนย้ายไปยังน้ำใต้ดิน โดยมีแนวโน้มที่จะลอยอยู่บนผิวน้ำ และแม้ว่าจะมีความสามารถในการละลายน้ำต่ำ ความเข้มข้นในน้ำอาจมีหลายระดับซึ่งสูงกว่าคุณภาพน้ำที่ได้รับอนุญาต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.2 สารละลาย

สารละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่ ที่ไม่มีองค์ประกอบของ chlorinated อาจพบในรูปของของเหลวหรือไอ ถ้าสารละลายอยู่ใกล้ผิวดิน สารละลายจะระเหยสู่บรรยากาศโดยตรง ถ้าสารละลายละลายน้ำได้จะเคลื่อนที่ได้ดี

5.2.3 สารประกอบอินทรีย์อื่นๆ

สารประกอบอินทรีย์ที่มี chlorinated ได้แก่ chlorinated phenols อาจเป็นผลมาจากกระบวนการฟอกขาว และchlorinated phenols อาจมีความสามารถในการละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญและมีศักยภาพในการแพร่กระจาย

Urea formaldehyde resins เป็นสารที่คงทนในสิ่งแวดล้อม PCBs เป็นสารที่คงทนมาก และจะสะสมในไขมันที่ละลายน้ำจึงมีแนวโน้มเข้าไปสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร

5.2.4 โลหะ

การเคลื่อนที่ของโลหะในดินจะถูกชะลอโดยแร่ธาตุในดินเหนียวและสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ความสามารถในการละลายของโลหะบางชนิด (ได้แก่ แคดเมียม) อาจเพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะกรด ในกรณีอื่นความสัมพันธ์จะมีความซับซ้อนมากขึ้น

โลหะไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ แต่มีความเป็นไปได้สำหรับโลหะบางชนิดที่เปลี่ยนรูปทางชีวภาพได้เป็นสารที่มีรูปที่เป็นพิษมากกว่า

5.2.5 สารประกอบอนินทรีย์อื่นๆ

สารประกอบหลายชนิดที่ใช้ในสารละลายเยื่อกระดาษและสารละลายฟอกขาวเป็นสารที่สามารถละลายได้ในน้ำ และสารประกอบทั้งหมดนี้เป็นอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน ซึ่งสารเหล่านั้นไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การหกรดของกรดและด่างมีผลกระทบสำคัญกับความแข็งแรงสมบูรณ์ของฐานคอนกรีต และไอระเหยที่สามารถกัดกร่อนอาจมีผลต่อโครงสร้างในพื้นที่ปิด ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจมีความสำคัญเมื่อมีปริมาณกรดจำนวนมากที่ต้องจัดการ ความเข้มข้นของซัลเฟตที่สูงในดินอาจเป็นอันตรายต่อคอนกรีต

แอสเบสตอสไม่ละลายน้ำและไม่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้

การกระจายของลมที่พื้นผิวของสารมลพิษ ได้แก่ แอสเบสตอส หรือโลหะบางชนิด อาจเป็นกลไกการเคลื่อนย้ายต่อไป

6. เทคนิคและต้นทุนในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

6.1 เทคนิคในการฟื้นฟูดินปนเปื้อน (ส่วนมลพิษดิน สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554)

การฟื้นฟูดินปนเปื้อนสารมลพิษ สามารถดำเนินการฟื้นฟูได้หลายวิธี ทั้งนี้การเลือกใช้เทคโนโลยีใดนั้นจะต้องคำนึงถึงข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำมาวิเคราะห์คือ ชนิดของสารปนเปื้อน ปริมาณและความเข้มข้นของสารปนเปื้อน ตัวกลางที่ปนเปื้อน ลักษณะของพื้นที่ที่ปนเปื้อน วิถีและการเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อน

การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่มีการปนเปื้อนสามารถทำได้ทั้งในพื้นที่ที่ปนเปื้อน (*in situ*) หรือสามารถนำออกมาฟื้นฟูภายนอกพื้นที่ปนเปื้อน (*ex situ*) เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

ก. การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เป็นการใช้แรงเชิงกล ไม่ว่าจะเป็นแรงงานคนหรือเครื่องจักรมาใช้ในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การทำคลุม (capping) หรือตักออก (excavation) ทั้งสองวิธีนี้ใช้เมื่อดินเกิดการปนเปื้อนในปริมาณที่ต่ำ และสารปนเปื้อนมีการแพร่กระจายตัวต่ำ

ข. การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและเคมี (Physical and chemical remediation) เป็นวิธีการที่ใช้คุณสมบัติทางฟิสิกัลเคมีของสารปนเปื้อนมาใช้ในการออกแบบวิธีการฟื้นฟู ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติการละลาย (solubility) หรือ ความดันไอ (vapor pressure) เช่น วิธี soil flushing, soil vapor extraction (SVE) และ air sparging เป็นต้น

ค. การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมทางเคมี (Chemical remediation) เป็นการฟื้นฟูโดยใช้สารเคมีใส่ลงไปในดิน เพื่อทำปฏิกิริยากับสารปนเปื้อนให้สารปนเปื้อนเปลี่ยนรูปเป็นสารที่มีความเป็นพิษต่ำลงหรือได้ผลผลิตสุดท้ายเป็น คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เช่น permeable reactive barrier หรือ chemical oxidation เป็นต้น

ง. การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ (Bioremediation) เป็นการฟื้นฟูโดยใช้พืชหรือจุลินทรีย์ทำการดูดซับหรือย่อยสลายสารปนเปื้อนในดิน เช่น landfarming, bioventing หรือ phytoremediation เป็นต้น

นอกจากนี้เทคโนโลยีการฟื้นฟูสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะของการดำเนินการ ดังนี้

6.1.1 การฟื้นฟูดินปนเปื้อนทางกายภาพและทางเคมี (Physical and chemical remediation)

การฟื้นฟูดินปนเปื้อนด้วยวิธีการทางกายภาพและเคมี มีด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ การตักดินไปฟื้นฟู หรือ การคลุมดิน (excavation and capping) ใช้ได้กับสารปนเปื้อนทุกประเภท การล้างดิน (soil washing) เหมาะสมกับสารปนเปื้อนที่มีคุณสมบัติละลายน้ำสูง เช่น โลหะหนัก พวกกลุ่มตัวทำละลาย เป็นต้น โดยส่วนใหญ่การคลุม หรือการตักออกจะใช้กับดินปนเปื้อนในปริมาณที่น้อยกว่า 1 ตัน การใช้กระบวนการออกซิเดชั่น รีดักชั่นทางเคมี (chemicaloxidation-reduction processes) เหมาะสมกับสารปนเปื้อนที่มีคุณสมบัติในการให้และรับอิเล็กตรอน การสกัดด้วยความร้อน (soil thermal extraction) การสกัดไอ (soil vapor extraction) การใช้ไอน้ำความร้อน (steam thermal extraction) เหมาะสมกับสารปนเปื้อนที่มีคุณสมบัติในการระเหยสูง ได้แก่ VOCs การใช้ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี (electrokinetics) โดยมากใช้สำหรับการฟื้นฟูดินปนเปื้อนโลหะหนัก ทั้งนี้วิธีการที่กล่าวมาสามารถทำได้ทั้งในพื้นที่ปนเปื้อน (*in situ*) หรือสามารถนำออกมาฟื้นฟูภายนอกพื้นที่ปนเปื้อน (*ex situ*) โดยส่วนใหญ่การฟื้นฟูทางกายภาพและเคมีจะใช้สำหรับพื้นที่ปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในระดับที่สูง เพื่อลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนลงจนถึงระดับที่สามารถใช้การฟื้นฟูทางชีวภาพหรือกระบวนการลดลงตามธรรมชาติ (natural attenuation)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.1.2 การฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนด้วยกระบวนการทางชีวภาพ (Bioremediation)

เทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

In situ technology เป็นเทคโนโลยีการฟื้นฟูโดยการบำบัดสารเคมีที่ปนเปื้อนในพื้นที่โดยไม่มีการเคลื่อนย้ายตัวกลางไปที่อื่น

Ex situ technology เป็นเทคโนโลยีการฟื้นฟูโดยการเคลื่อนย้ายตัวกลางที่ปนเปื้อนไปบำบัดหรือกำจัดต่อในสถานที่อื่น

เทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพเป็นเทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการย่อยสลายทางธรรมชาติของจุลินทรีย์ เพื่อลดความเป็นพิษของสารปนเปื้อน เช่น ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนหรือไฮโรคาร์บอนอื่นๆ เป็นต้น จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายไฮโดรคาร์บอนพบได้ทั่วไปในธรรมชาติและก่อให้เกิดการฟื้นฟูด้วยธรรมชาติในพื้นที่ปนเปื้อนหลายพื้นที่ เทคโนโลยีการฟื้นฟูด้วยวิธีทางชีวภาพจะกระตุ้นและเร่งกระบวนการฟื้นฟูตามธรรมชาติโดยจัดให้มีธาตุอาหาร ออกซิเจนและสภาวะต่างๆ ที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ เทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพมักจะใช้ภายหลังจากการดำเนินการทางกลหรือทางเคมี แต่ก็สามารถใช้เป็นเทคโนโลยีหลักในการฟื้นฟูได้ ถ้าไม่มีการปนเปื้อนน้ำมันอิสระ และพื้นที่ปนเปื้อนอยู่ห่างไกลและไม่มีความจำเป็นเร่งด่วนในการฟื้นฟู

วิธีการชีวภาพมีศักยภาพสูงในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน เนื่องจากองค์ประกอบในน้ำมันส่วนใหญ่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ความสำเร็จของการฟื้นฟูจะขึ้นกับความสามารถในการสร้างและรักษาสภาวะที่กระตุ้นอัตราการย่อยสลายในพื้นที่ปนเปื้อน ซึ่งสามารถทำได้ 2 แนวทางคือ bioaugmentation หมายถึงการเติมจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารปนเปื้อนในกรณีที่จุลินทรีย์เริ่มต้นในดินมีน้อย และ biostimulation ซึ่งกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์โดยการเติมธาตุอาหารหรือสารอื่นๆ รวมทั้งการปรับสภาวะแวดล้อมต่างๆ การฟื้นฟูทางชีวภาพมีข้อได้เปรียบวิธีการอื่น คือ เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเปลี่ยนสารปนเปื้อนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์โดยไม่เกิดปฏิกิริยาที่รุนแรง อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็มีข้อจำกัดคือการฟื้นฟูจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีจุลินทรีย์ที่เหมาะสมอยู่ในพื้นที่ในปริมาณที่เพียงพอภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่มีผลจะต้องได้รับการจำแนกอย่างถูกต้อง นอกจากนี้กระบวนการยังใช้ระยะเวลานานหลายสัปดาห์หรือหลายเดือนจึงไม่เหมาะถ้าต้องการฟื้นฟูเร่งด่วน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.1.3 การฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนโดยใช้พืช (Phytoremediation)

เป็นการใช้พืชในการบำบัดสารปนเปื้อนในบริเวณพื้นที่ปนเปื้อน เพื่อลดอันตรายของสารปนเปื้อนต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีนี้สามารถประยุกต์ใช้ในการบำบัดสารปนเปื้อน ทั้งที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นต่ำ และสารอนินทรีย์ที่อยู่ในตัวกลาง ดิน น้ำ หรืออากาศ ซึ่งการบำบัดนี้อาศัยประโยชน์จากกระบวนการดูดน้ำและแร่ธาตุผ่านทางรากของพืช และกระบวนการคายน้ำออกทางใบของพืชในการเปลี่ยนสารปนเปื้อนเหล่านั้นให้อยู่ในรูปที่ไม่มีความเป็นพิษ หรือมีความเป็นพิษลดลง

คุณสมบัติของพืชที่เหมาะสมต่อการทำ Phytoremediation ได้แก่ มีความทนทานต่อสารพิษที่ปนเปื้อนในพื้นที่ เป็นพืชที่ง่ายต่อการปลูกและดูแลรักษา มีการเจริญเติบโตเร็ว มีวงจรชีวิตสั้น ขยายพันธุ์หรือสืบพันธุ์ได้ในอัตราสูง มีปริมาณของมวลชีวภาพมาก และมีการสะสมสารพิษหรือโลหะหนักที่ระดับสูง

สิ่งที่สำคัญของการฟื้นฟูสารปนเปื้อนโดยใช้พืชบำบัด คือขั้นตอนการเลือกใช้พืชเพื่อฟื้นฟูสารปนเปื้อนในบริเวณพื้นที่มีการปนเปื้อน นอกจากนี้ยังต้องมีความเข้าใจพฤติกรรมของสารปนเปื้อนที่จะทำการฟื้นฟูในตัวกลางนั้นๆ และปัจจัยร่วมอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติเพื่อช่วยให้การฟื้นฟูมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ กระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ดังนั้นกระบวนการนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้ฟื้นฟูสารปนเปื้อนโดยอาศัยหลักเกณฑ์การพึ่งพาสิ่งที่มีอยู่แล้วในระบบธรรมชาติเพื่อฟื้นฟูสารปนเปื้อน ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุนในการฟื้นฟูสารปนเปื้อน

ระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูโดยใช้พืช ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดและปริมาณของพืชที่เลือกใช้ ชนิดและปริมาณของสารปนเปื้อนที่ปนเปื้อน ความกว้างและความลึกของพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน และชนิดของดิน นอกจากนี้ข้อควรระวังในการใช้พืช คือ หากพืชที่ปลูกไว้ได้รับความเสียหายหรือถูกสัตว์ทำลายต้องมีการปลูกพืชซ้ำซึ่งจะทำให้ระยะเวลาในการดำเนินการนานมากขึ้น โดยปกติแล้วการใช้กระบวนการฟื้นฟูด้วยพืชจะใช้เวลานานเป็นปี

การใช้พืชฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนในพื้นที่ (*in situ*) เป็นการพึ่งพาสิ่งที่มีอยู่เดิมในธรรมชาติ จึงทำให้มีต้นทุนต่ำ มีประสิทธิภาพดี สามารถบำบัดได้ในพื้นที่กว้าง ไม่ทำงานคุณสมบัติทางกายภาพรวมไปถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ช่วยลดการกระจายของสารปนเปื้อน สามารถนำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โลหะที่มีค่ากลับมาใช้ใหม่ เป็นการวางแผนการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนอย่างยั่งยืน ประเภทของกระบวนการ Phytoremediation สามารถจำแนกได้เป็น

ก. Phytoextraction หรือ Phytoaccumulation

ข. Rhizofiltration

ค. Phytostabilization

ง. Phytodegradation หรือ Phytotransformation

จ. Phytovolatilization

6.2 ต้นทุนในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

การดำเนินการฟื้นฟูดินปนเปื้อนสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละเทคโนโลยีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ซึ่งในการนำไปใช้จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือข้อกำหนดของการดำเนินการด้วย เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้สำหรับการฟื้นฟู และในแต่ละเทคโนโลยีก็จะเกิดต้นทุนในการฟื้นฟูที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง จากข้อมูลการฟื้นฟูของส่วนมลพิษดิน สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2554) สามารถสรุปต้นทุนการดำเนินการของเทคโนโลยีฟื้นฟูดินปนเปื้อนได้ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ต้นทุนการดำเนินการของเทคโนโลยีฟื้นฟูดินปนเปื้อน

เทคโนโลยี	**ประมาณค่าใช้จ่าย**
การฟื้นฟูโดยวิธีทางกายภาพ/เคมี	
Chemical Oxidation	ไม่สามารถประมาณการค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากปริมาตรและสารที่เลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดมลพิษ
Solidification /Stabilizition	- ค่าใช้จ่ายประมาณ 50-80 USD/ดิน 1 ลบ.ม. (กรณีเป็นดินระดับตื้น) - ค่าใช้จ่ายประมาณ 190-330 USD/ดิน 1 ลบ.ม. (กรณีเป็นดินระดับลึก)
Electrokinetic – Seperation	- ค่าใช้จ่ายมาจากกระแสไฟฟ้าที่มช้และมีค่าใช้จ่ายประมาณ 117 USD/ดิน 1 ลบ.ม.
Soil Flushing	- ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบหลัก คือ การซึมของดิน และความลึกของชั้นน้ำใต้ดิน - สำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในระหว่าง 42-64 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม. - สำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในระหว่าง 24-35 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม.
การฟื้นฟูโดยวิธีทางชีวภาพ	
Bioventing	- ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบหลัก คือ ลักษณะของดินและพื้นที่ผิวของดินปนเปื้อน - สำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในระหว่าง 928-970 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม. - สำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในระหว่าง 79-109 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม.
Enhanced – Bioremediation	- ค่าใช้จ่ายขึ้นกับคุณลักษณะของดิน ประเภทของมลพิษ และระดับของความเข้มข้น โดยค่าใช้จ่ายประมาณการอยู่ในช่วงระหว่าง 30-100 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม.
Phytoremediation	- ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 626-2,322 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม. - ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วง 147-483 USD ต่อดิน 1 ลบ.ม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hamberg (2009) ศึกษาเทคนิคการฟื้นฟูที่แหล่งกำเนิด โดยมีการตรวจสอบฟังก์ชั่นทั่วไป สภาพแวดล้อมที่เป็นไปได้ สารมลพิษเป้าหมาย ประสิทธิภาพการกำจัด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งต้นทุนแต่ละทางเลือกของการฟื้นฟูเอาไว้ด้วย ซึ่งข้อสรุปของแต่ละเทคนิคนั้นส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และต้นทุนที่เกิดขึ้นนั้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพูดถึงตัวแปรที่ส่งผลต่อการเลือกเทคนิคการฟื้นฟู และการฟื้นฟูโดยใช้เทคนิคร่วมกันจะเพิ่มการสัมผัสสารมลพิษจากการเพิ่มตัวกลางปฏิกิริยา และเพื่อหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซจากการเพิ่มการควบคุม จากการศึกษาของ Hamberg (2009) จึงได้สรุปข้อมูลต้นทุนและประสิทธิภาพเทคโนโลยีการฟื้นฟูสารมลพิษของแต่ละเทคนิคไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เทคโนโยลีการฟื้นฟูสารมลพิษในพื้นที่ปนเปื้อน

เทคโนโลยี	**สารมลพิษ**	**ต้นทุน($/ลบ.ม.)**	**ประสิทธิภาพ (%)**
1. Air sparging	VOC, SVOC, Chlorinated solvents	30-70	80 %
2. Bioventing	VOC, SVOC	10-15	None detected
3. Soil vapor Extraction	VOC, SVOC, Chlorinated solvents	20-100	<90%
4. ERH, THD RWH	VOC, SVOC, PAH	185-224 100-300 None detected	>90%
5. Chemical oxidation	VOC, SVOC, PAH, Chlorinated solvents	125-160	40-99[B]
6. Soil flushing	Metals, VOC, SVOC, Pesticides	50-250	70-90
7. Soil washing	Metals, SVOC, PAH, PCB, pesticides	50-200[C]	Various 10 -98 (medium 72) metals, PAH: 70
8. Electrokinetic Separation	Metals, phenol	25-300[D]	70-95

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เทคโนโลยี	สารมลพิษ	ต้นทุน($/ลบ.ม.)	ประสิทธิภาพ (%)
9. Stabilization	Metals, Organics (capping)	80[E]-330[F]	70-96[G]
10. Solidification	Metals, Organics	None detected	None Detected
11. Permeable Reactivee barriers	VOC, Metals	None detected	60-90
12. Land farming	VOC, SVOC, PAH, Phenols	65-130	70-95
13. Phytoremediation	Metals, Various hydrocarbons Log Kow 1- 3,5	Low	Low

A: Expensive equipment

B: Studies of Ozone and Peroxide at simulated conditions.

C: Expensive equipment

D: Few results

c: clay content

***** Trouble for mixing additives

p: permeability

oc: organic content

E: Shallow treatment, cost for additive 30 -50 %

F: Deep treatment, cost for additives 30 -50 %

G: Simulated conditions

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้พัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD)
2. กฎหมายสิ่งแวดล้อม
3. การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย
4. กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตเยื่อหรือกระดาษ
5. ข้อมูลการปนเปื้อนสารอินทรีย์ระเหยง่ายในดิน
6. เทคนิคและต้นทุนในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

วิธีการ

1. การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือที่เหมาะสมกับประเทศไทย

1.1 ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) จากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม

1.2 พัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับประเทศไทย จากวิธีการของ Pritchard (2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 สร้างรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยปรับเปลี่ยนเนื้อหาของคำถามจากรายการตรวจสอบที่ใช้กันในบางประเทศให้เหมาะสมกับพื้นที่ประเทศไทย เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลเป็นข้อมูลความเสี่ยงเบื้องต้น

2. การกำหนดขั้นตอนการศึกษา

2.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทยจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ และนำมาคัดเลือกพื้นที่สำหรับใช้เป็นพื้นที่ศึกษา

2.2 เลือกรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่สร้างขึ้น นำไปใช้เก็บข้อมูลเป็นข้อมูลความเสี่ยงเบื้องต้นของพื้นที่กรณีศึกษา

2.3 การกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในการกำหนดเกณฑ์ความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดินอันเนื่องมาจากคุณภาพสิ่งแวดล้อม เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลระดับความเสี่ยงของการปนเปื้อนที่ชัดเจน ในการศึกษาจึงดำเนินการกำหนดเกณฑ์โดยใช้ข้อมูลด้านกฎหมายของสารมลพิษเป้าหมายที่ปนเปื้อนในดินและข้อมูลเทคโนโลยีการฟื้นฟูสารมลพิษนั้นในด้านประสิทธิภาพและต้นทุนการฟื้นฟู เมื่อทราบข้อมูลข้างต้นจากนั้นจะนำค่ามาตรฐานตามกฎหมายของสารมลพิษมากำหนดเกณฑ์ความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดิน ต่อมาจะแบ่งระดับความเสี่ยง โดยแบ่งระดับความเสี่ยงทั้งในระดับที่ต่ำกว่าและสูงกว่ามาตรฐานตามกฎหมาย

ระดับความเสี่ยงที่พบสูงกว่ามาตรฐานตามกฎหมาย สามารถแบ่งออกได้หลายระดับขึ้นอยู่กับข้อมูลวิธีการฟื้นฟูด้านประสิทธิภาพและต้นทุน ในการแบ่งระดับความเสี่ยงจึงได้นำหลักการทางเศรษฐศาสตร์มาใช้โดยเลือกวิธีการฟื้นฟูที่ทำให้ดินปนเปื้อนเมื่อถูกบำบัดแล้วมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานตามกฎหมายและมีการใช้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด วิธีนั้นจะถูกเลือกนำมาใช้ก่อน จากนั้นนำค่าประสิทธิภาพของวิธีการฟื้นฟูมาคำนวณเป็นค่าเกณฑ์ความเสี่ยง โดยนำประสิทธิภาพบวกกับค่ามาตรฐานตามกฎหมาย ดังตารางที่ 3 สารมลพิษที่ปนเปื้อนได้แก่ สารมลพิษ X และสารมลพิษ Y ซึ่งมาตรฐานตามกฎหมายจะต้องมีค่าไม่เกิน X และ Y ตามลำดับ ต่อมาการแบ่งระดับความเสี่ยงจะใช้ข้อมูลด้านประสิทธิภาพและต้นทุนของวิธีการฟื้นฟูดินปนเปื้อนโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ เรียงจากระดับที่ 1 (ความเสี่ยงต่ำ) ไปจนถึงระดับที่ 5 (ความเสี่ยงสูง) ในระดับที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ความเสี่ยงต่ำ) เลือกวิธีการฟื้นฟูที่มีต้นทุนต่ำที่สุด คือ วิธี A มีต้นทุนและประสิทธิภาพในการฟื้นฟูเป็น a และ A ตามลำดับ ซึ่งในการกำหนดค่าเกณฑ์สารมลพิษ X จะคำนวณจากค่ามาตรฐานตามกฎหมาย (x) บวกด้วยประสิทธิภาพของวิธีที่เลือกใช้ในการฟื้นฟู (A%) หรือ x+A% ในระดับถัดมาที่มีความเสี่ยงมากขึ้นคือระดับที่ 2 3 4 และ 5 ก็คำนวณเช่นเดียวกันคือ x+B%, x+C%, x+D% และ x+E% ตามลำดับ แล้วนำค่าที่ได้มาตั้งเป็นค่าเกณฑ์

จากการแบ่งระดับความเสี่ยงดังกล่าว เมื่อเจ้าของอสังหาริมทรัพย์หรือผู้ขายทราบถึงระดับความเสี่ยงในพื้นที่อสังหาริมทรัพย์ของตน จะทำให้ผู้ขายสามารถทราบถึงเทคโนโลยีและต้นทุนในการฟื้นฟู ซึ่งผู้ขายสามารถนำต้นทุนที่เกิดขึ้นไปใช้ตั้งราคาขายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และในส่วนของผู้ซื้ออสังหาริมทรัพย์ สามารถนำข้อมูลต้นทุนที่เกิดจากการฟื้นฟูไปใช้พิจารณาในการตัดสินใจดำเนินการต่อหรือยกเลิก หรืออาจนำข้อมูลต้นทุนไปใช้ในการต่อรองซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ได้

ในการแบ่งระดับความเสี่ยงที่ต่ำกว่ามาตรฐานตามกฎหมายก็สามารถแบ่งได้หลายระดับเช่นเดียวกันกับระดับความเสี่ยงที่พบสูงกว่ามาตรฐานตามกฎหมาย การแบ่งเช่นนี้ก็เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของการปนเปื้อนที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ข้อมูลส่วนนี้จะทำให้ผู้ซื้ออสังหาริมทรัพย์ได้รับทราบถึงข้อมูลปริมาณสารมลพิษที่ปนเปื้อนในดิน เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคตได้อย่างถูกต้องหรือเกิดเป็นข้อกำจัดในพื้นที่เหล่านั้น ในการแบ่งระดับความเสี่ยงที่ต่ำกว่ามาตรฐานตามกฎหมาย แบ่งตั้งแต่ระดับที่ไม่พบการปนเปื้อน (ไม่มีความเสี่ยง) และถัดมาสามารถแบ่งเป็นระดับ -5 (ความเสี่ยงต่ำ) ไปจนถึงระดับ -1 (เกือบถึงค่ามาตรฐาน) ซึ่งในการคำนวณค่าเกณฑ์ระดับที่ไม่พบการปนเปื้อน (ไม่มีความเสี่ยง) ไปจนถึงระดับ -1 (เกือบถึงค่ามาตรฐาน) จะคำนวณค่าโดย < x-50%, x-50%, x-40%, x-30%, x-20% และ x-10% ตามลำดับ สารมลพิษ Y ก็เช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตัวอย่างตารางในการกำหนดระดับความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดิน

สารมลพิษที่ปนเปื้อนในดิน	เกณฑ์ความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดิน-อันเนื่องมาจากคุณภาพสิ่งแวดล้อม										
	ไม่มี	อาจมี ระดับ					มาตรฐานตามกฎหมาย	มี ระดับ				
		-5	-4	-3	-2	-1		1	2	3	4	5
1) X	< x-50%	ไม่เกิน x-50%	ไม่เกิน x-40%	ไม่เกิน x-30%	ไม่เกิน x-20%	ไม่เกิน x-10%	ต้องไม่เกิน x	ไม่เกิน x+A%	ไม่เกิน x+B%	ไม่เกิน x+C%	ไม่เกิน x+D%	ไม่เกิน x+E%
2) Y	< y-50%	ไม่เกิน y-50%	ไม่เกิน y-40%	ไม่เกิน y-30%	ไม่เกิน y-20%	ไม่เกิน y-10%	ต้องไม่เกิน y	ไม่เกิน y+A%	ไม่เกิน y+B%	ไม่เกิน y+C%	ไม่เกิน y+D%	ไม่เกิน y+E%
ประสิทธิภาพในการฟื้นฟู/บำบัดของเทคโนโลยี (%)								A	B	C	D	E
ต้นทุนในการฟื้นฟู/บำบัด ($/m^3) *เรียงจากต่ำไปสูง								a	b	c	d	e

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การทดสอบแบบสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมกับพื้นที่กรณีศึกษา

3.1 นำรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับพื้นที่กรณีศึกษา ร่วมกับการสำรวจพื้นที่

3.2 สอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีที่พัฒนาขึ้น กับพื้นที่ศึกษาที่มีการกำหนดแบบจำลองขึ้น โดยแบ่งเป็น การประเมินระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิและจากการสำรวจ การประเมินระยะที่ 2 การประเมินความเสี่ยงด้วยการสุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันซึ่งเป็นผลจากการสำรวจและวิเคราะห์คุณภาพดิน และการประเมินระยะที่ 3 การประเมินความเหมาะสมและต้นทุนในการฟื้นฟูพื้นที่ ตามวิธีการของ Goss *et al*. (1992), Civilian federal agency task force (1998) และ Hess-Kosa (2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

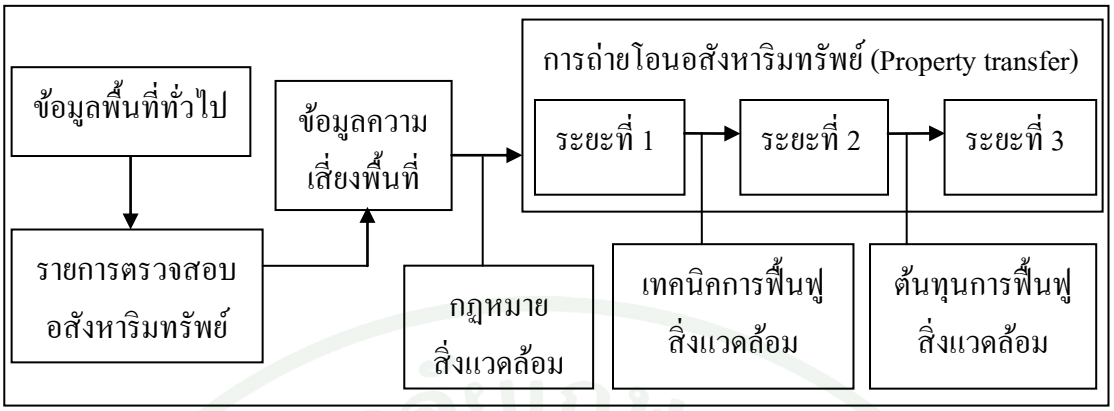
1. ผลการพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือที่เหมาะสมกับประเทศไทย

1.1 การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับประเทศไทย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิ การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Due Diligence: EDD) เป็นการดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้ความเข้าใจในการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ก่อนการซื้อขายเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงหนี้สินด้านสิ่งแวดล้อมที่เจ้าของใหม่อาจต้องรับผิดชอบตามกฎหมาย ซึ่งการรับผิดชอบทางกฎหมายจะดำเนินการโดยไม่คำนึงถึงแม้ว่าจะเป็น “ผู้บริสุทธิ์ (innocent)” หรือเป็นผู้ที่ไม่มีบทบาทในการก่อให้เกิดการปนเปื้อนหรือความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมนั้นก็ตาม (Falk et al., 2008; Matter, 2010) หนี้สินด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นไม่เพียงแต่จะส่งผลกระทบต่อมูลค่าของทรัพย์สิน แต่ยังอาจสร้างความรับผิดชอบที่มากเกินกว่ามูลค่าของทรัพย์สินนั้น (Civins, 2006) จึงกลายเป็นความต้องการของทั้งเจ้าของอสังหาริมทรัพย์ ผู้ซื้อ และองค์กรให้กู้ยืมเงิน เพื่อตรวจสอบว่ามีความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมในอสังหาริมทรัพย์นั้นหรือไม่ สิ่งที่ได้จากการดำเนินการคือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสภาวะแวดล้อมของอสังหาริมทรัพย์ ในการดำเนินการจะเน้นประเมินความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อมที่ปรากฏอยู่จริง และปัญหาหลังการซื้อขาย ผลกระทบด้านการเงินที่เป็นไปได้ และแนวทางหลังการซื้อขายที่ดินที่มีการปนเปื้อนอยู่ การดำเนินการจะให้แนวทางที่มีประสิทธิภาพสำหรับแผนการจัดการความเสี่ยงสำหรับเจ้าของอสังหาริมทรัพย์ใหม่ (Payne, 2006) ซึ่งแนวทางการแก้ปัญหาการปนเปื้อนในบางปัญหา สามารถดำเนินการแก้ไขได้ง่าย (แต่อาจมีผลต่อต้นทุน) แต่ในปัญหาอื่นๆ นอกจากนี้ อาจส่งผลให้เกิดความซับซ้อน ทำให้ต้นทุนสูง และใช้เวลานานในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม (Jones, 2008)

กระบวนการจัดการความเสี่ยง ที่ใช้ในการตรวจสอบก่อนการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ที่พัฒนาขึ้นจากกระบวนการของ Pritchard (2001) เพื่อไม่ให้ได้รับความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมในภายหลังและมีความเหมาะสมกับประเทศไทย มีกระบวนการตามภาพที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

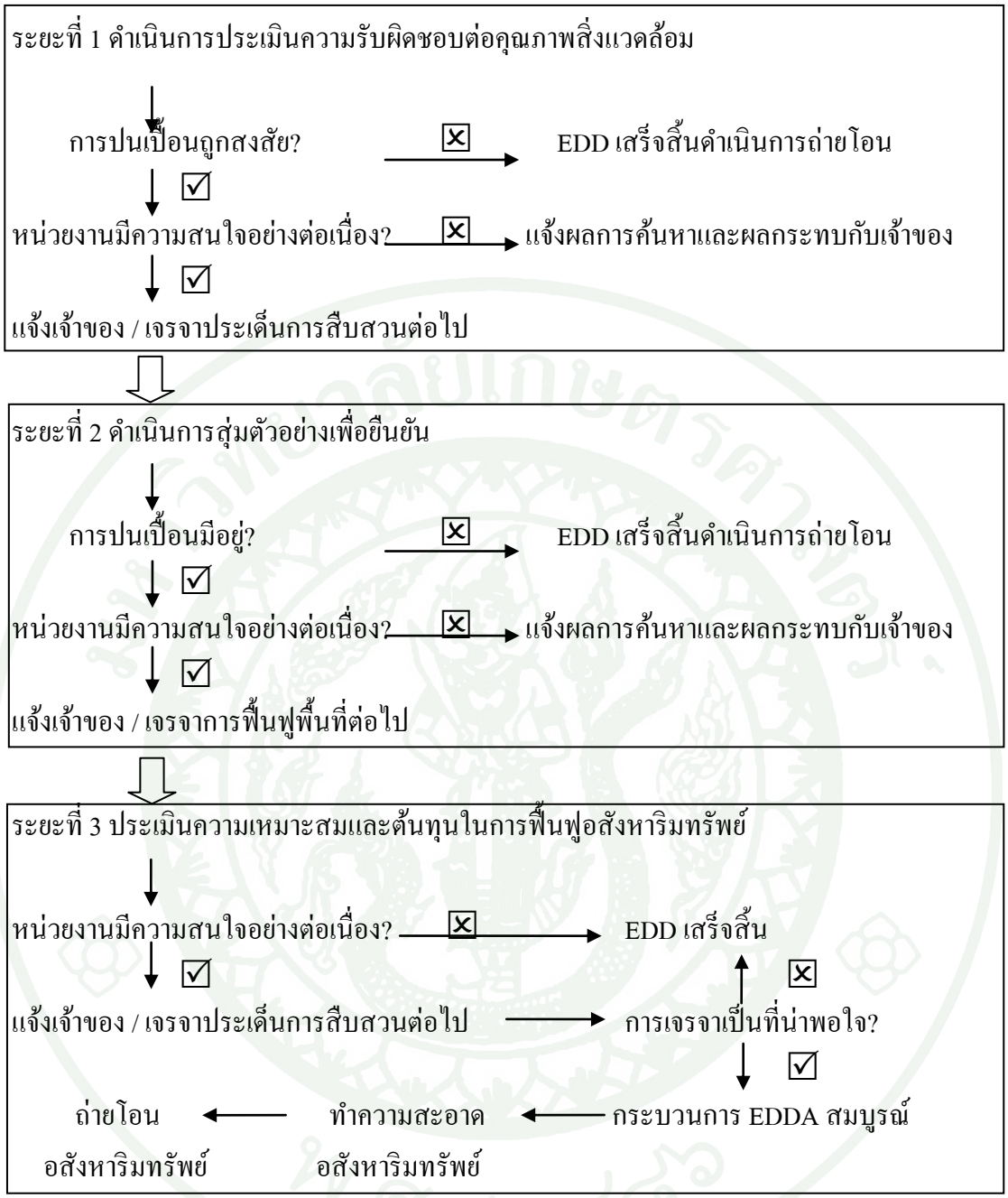


ภาพที่ 4 กระบวนการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์

กระบวนการจัดการความเสี่ยงที่พัฒนาขึ้นเริ่มจากการจัดทำข้อมูลความเสี่ยงของพื้นที่ที่ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น ประกอบด้วยการศึกษาข้อมูลพื้นที่ทั่วไปจากฐานข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ สถานที่ตั้ง ลักษณะกิจกรรม ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทั่วไป เพื่อนำไปสร้างรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ให้ตรงกับข้อมูลของพื้นที่ ลดการเก็บข้อมูลที่ไม่จำเป็นและความไม่สอดคล้องกับข้อมูลของพื้นที่ วิธีหลักของการเก็บข้อมูล คือ การสังเกตโดยตรง (direct observation) การสัมภาษณ์ (interview) และการสืบค้นข้อมูล (desk/office study) (Pritchard, 2001) โดยทั่วไปผู้ให้กู้จำนวนมากเลือกที่จะข้ามการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม เมื่อมีความเสี่ยงต่ำหรือไม่สามารถรองรับเวลาและต้นทุนในการดำเนินการประเมินระยะที่ 1 ได้ (Haberlen and Pollard, 2008)

การดำเนินการต่อไป คือ การประเมินความเสี่ยงการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ (Property transfer) หรืออาจเรียกว่า Environmental Due Diligence (EDD) (Civilian federal agency task force, 1998) ประกอบด้วยการดำเนินการประเมิน 3 ระยะ (3 phase) (Goss *et al*., 1992; Civilian federal agency task force, 1998; Hess-Kosa, 2008) กระบวนการตัดสินใจในการดำเนินการแต่ละระยะก่อนการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์พัฒนาจาก Civilian federal agency task force (1998) การดำเนินการเริ่มจากการประเมินระยะที่ 1 ถ้าในขั้นตอนนี้พบสภาวะการปนเปื้อนที่น่าสงสัยที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม จะมีการเจรจาและมีการตรวจสอบในระยะต่อไป ซึ่งการดำเนินการระยะที่ 2 นี้อาจเป็นสิ่งจำเป็นในการดำเนินการ (Schmittgens Jr, 2009) ในระยะที่ 2 ก็เช่นเดียวกัน เมื่อมีความสนใจและมีการเจรจาเป็นที่น่าพอใจก็จะมีการดำเนินการต่อไปในระยะที่ 3 จนกระบวนการเสร็จสมบูรณ์ และถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ แสดงดังภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 กระบวนการตัดสินใจในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ดำเนินการเพื่อตรวจสอบว่าการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มจะปรากฏที่อสังหาริมทรัพย์หรือไม่ ซึ่งอาจจะมีผลต่อความรับผิดชอบด้านสิ่งแวดล้อมในอนาคต เครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในระยะนี้คือ การประเมินพื้นที่ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental site assessment; ESA) (Hess-Kosa, 2008) ประกอบด้วยการศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ การใช้ประโยชน์พื้นที่ในอดีตและพื้นที่โดยรอบ การศึกษารายชื่อหน่วยงานกำกับดูแล การสำรวจพื้นที่ และอสังหาริมทรัพย์ การสัมภาษณ์ การศึกษาวัสดุก่อสร้าง กิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรม ทรัพยากรธรรมชาติ การทบทวนด้านกฎระเบียบ ถ้าไม่พบข้อมูลหรือเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดความเสี่ยง การประเมิน EDD สมบูรณ์ สามารถดำเนินการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ได้ แต่ถ้าในระหว่างการประเมินในระยะนี้ผู้เชี่ยวชาญพบสภาวะการปนเปื้อนด้านสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญอาจแนะนำให้ดำเนินการต่อไปในระยะที่ 2 คือการสุ่มตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์เพื่อยืนยันผลเพื่อระบุความเสี่ยง โดยทั่วไปผู้ให้กู้จะต้องการการประเมินพื้นที่ด้วยเครื่องมือนี้สำหรับสินเชื่อขนาดใหญ่ และจะจัดเตรียมโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อม (Haberlen and Pollard, 2008)

ระยะที่ 2 การประเมินความเสี่ยงด้วยการสุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยัน ดำเนินการเมื่อการประเมินระยะที่ 1 ระบุความเป็นไปได้ของพื้นที่ที่อาจมีการปนเปื้อน ประกอบด้วยการทบทวนและประเมินผลระยะที่ 1 การออกแบบวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง ทดสอบและเทียบกับมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ระบุความเสี่ยงของพื้นที่ หรือปฏิเสธการปนเปื้อนที่สงสัยในการประเมินระยะที่ 1 และพิจารณาเสนอแนวทางการฟื้นฟู ถ้าในระหว่างการดำเนินการระยะที่ 2 การปนเปื้อนไม่ถูกยืนยัน การทำธุรกรรมของอสังหาริมทรัพย์สามารถดำเนินการโดยปราศจากความเสี่ยงด้านความรับผิดชอบทางสิ่งแวดล้อม แต่ถ้าการปนเปื้อนถูกยืนยัน ผู้ตัดสินใจจะระบุความสำคัญของพื้นที่เทียบกับความรับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้นจากการได้มาของอสังหาริมทรัพย์ ที่จุดนี้หน่วยงานอาจเลือกเข้าไปตรวจสอบการเจรจาของเจ้าของพื้นที่ หรือหน่วยงานอาจเลือกการติดตามที่มากขึ้นของขอบเขตการปนเปื้อนในอสังหาริมทรัพย์ด้วยการประเมินระยะที่ 3

ระยะที่ 3 การประเมินความเหมาะสมและต้นทุนในการฟื้นฟูพื้นที่ เพื่อประเมินความเสี่ยง จะมีการดำเนินการหลังจากที่มีการสุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันในการประเมินระยะที่ 2 แล้ว และหน่วยงานมีความสนใจอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วยการทบทวนและประเมินผลระยะที่ 2 การประเมินความเสี่ยงของพื้นที่ และการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ในอนาคต การประเมินผล และเสนอแนะเทคโนโลยีและต้นทุนในการฟื้นฟู ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการตัดสินใจ จากการให้น้ำหนักต้นทุนความรับผิดชอบที่อาจเกิดขึ้นกับมูลค่าของอสังหาริมทรัพย์ โดยหน่วยงานจะยึดที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้นทุนนี้ และอาจนำไปใช้เป็นข้อมูลที่จะลดราคาในการซื้ออสังหาริมทรัพย์ (Civilian federal agency task force, 1998)

กระบวนการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความแตกต่างจากรูปแบบเดิมในส่วนการเก็บข้อมูล ซึ่งรูปแบบเดิมเป็นการเก็บข้อมูลการจัดการสิ่งแวดล้อมและข้อมูลความเสี่ยงพร้อมกัน การดำเนินการจะเริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นที่ทั่วไปและการใช้รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งจะคงไว้จากรูปแบบเดิม และในสองขั้นตอนนี้ (การศึกษาข้อมูลพื้นที่ทั่วไปและการใช้รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์) จะเน้นการสืบค้นข้อมูล (desk/office study) จากฐานข้อมูลทุติยภูมิมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อช่วยลดระยะเวลาและต้นทุนการดำเนินการเก็บข้อมูล นอกจากนี้ในการศึกษาได้ลดการศึกษาข้อมูลเสริมที่ได้จากการตรวจสอบโดยกลุ่มบุคคลที่สาม จากการสังเกต การสัมภาษณ์ และการสืบค้นข้อมูล และข้อมูลการจัดการเสริม เพื่อลดการได้รับข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน ลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล

จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม Environmental Due Diligence (EDD) หรือ Property transfer (Civilian federal agency task force, 1998) เพื่อให้เห็นความชัดเจนในการเก็บข้อมูล รูปแบบที่พัฒนาขึ้นจึงแสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่จำเป็นที่ควรปฏิบัติก่อนและหลังในแต่ละขั้นตอน และรูปแบบที่พัฒนาขึ้นจะเน้นการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลทุติยภูมิให้มากที่สุด และเก็บข้อมูลที่จำเป็นไปตามขั้นตอนเพื่อช่วยลดระยะเวลาและต้นทุนการดำเนินการเก็บข้อมูล โดยการประเมินระยะที่ 1 (Phase 1) นำข้อมูลอสังหาริมทรัพย์พิจารณาร่วมกับกฎหมายสิ่งแวดล้อม ซึ่งในหลายๆ องค์กรก็มักจะเริ่มด้วยการทบทวนการควบคุมที่มีอยู่และประเมินระดับที่จำเป็นสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อม (Pritchard, 2001) ระยะที่ 2 (Phase 2) ข้อมูลการสำรวจและสุ่มตัวอย่างร่วมกับข้อมูลเทคนิคการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปนเปื้อน และระยะที่ 3 (Phase 3) เป็นข้อมูลด้านต้นทุนในการฟื้นฟูเพื่อการตัดสินใจในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ ถ้าในการดำเนินการระยะที่ 1 และ 2 ระบุว่าไม่พบการปนเปื้อนเกินมาตรฐาน ก็ไม่จำเป็นต้องดำเนินการระยะที่ 3 ซึ่งจะต้องเก็บข้อมูลด้านต้นทุนในการฟื้นฟูเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยง หรือถ้าพบการปนเปื้อนอยู่ในระดับที่สูงเกินมาตรฐานมาก การดำเนินการอาจยุติลง เนื่องจากมีแนวโน้มต้นทุนในการฟื้นฟูสูง ความต้องการซื้อขายอสังหาริมทรัพย์อาจยุติลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การสร้างรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

การสร้างรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ (checklist) จัดทำขึ้นก่อนการสำรวจ เพื่อนำไปใช้ระบุความเสี่ยงการปนเปื้อนและปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ โดยพัฒนาขึ้นจากการนำข้อมูลที่จำเป็นตามกฎหมายของประเทศไทยประกอบกับรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่ใช้กันในบางประเทศสำหรับระบุความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนในพื้นที่การพาณิชย์และอุตสาหกรรมและในพื้นที่อยู่อาศัยหรือชนบท (Hazell carr, 2012; Appraisal institute, 2001; The Royal Institution of Chartered Surveyors, 2010)

รายละเอียดของรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ระบุความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนเฉพาะในพื้นที่อสังหาริมทรัพย์ และส่วนที่ 2 ระบุความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนในพื้นที่ใกล้เคียง

ส่วนที่ 1 ระบุความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนเฉพาะในพื้นที่อสังหาริมทรัพย์ โดยการกรอกข้อมูล เริ่มจากระบุพื้นที่/อสังหาริมทรัพย์ที่ทำการตรวจสอบ วันที่ตรวจสอบ และผู้ตรวจสอบ จากนั้นบันทึกข้อมูลการสำรวจจากสถานที่ที่ทำการตรวจสอบ รวมทั้งมีการทำเครื่องหมายในกล่องเมื่อพบความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับอสังหาริมทรัพย์และคุณลักษณะของการปนเปื้อน และสามารถบันทึกข้อมูลเพิ่มเติมในบริเวณที่กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลที่จำเป็นเพิ่มเติมที่ช่วยในการพิจารณาและการเตรียมรายงานต่อไป (The Royal Institution of Chartered Surveyors, 2010) ในรายการตรวจสอบ แต่ละส่วนของอสังหาริมทรัพย์และคุณลักษณะของการปนเปื้อนจะแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ ในพื้นที่การพาณิชย์และอุตสาหกรรม และในพื้นที่อยู่อาศัยหรือชนบท ดังภาพที่ 6 และ 7

ส่วนที่ 2 จะระบุข้อมูลจากการสังเกตเห็นในอสังหาริมทรัพย์และหลักฐานที่เกิดขึ้นภายในบริเวณใกล้เคียง โดยทำเครื่องหมายในช่องที่ “ใช่”หรือ “ไม่ใช่” ได้แก่ เป็นอุตสาหกรรม/การผลิต พบกระบวนการกำจัดขยะ/หลุมฝังกลบ การทำงานเกี่ยวกับแร่ที่ผิวดิน/ใต้ดิน มีการบำรุงรักษายานพาหนะ/เติมน้ำมัน อสังหาริมทรัพย์อยู่ใกล้แม่น้ำ ลำธาร/คลอง อสังหาริมทรัพย์อยู่ในหลุมหรืออยู่ด้านล่างของภูเขาที่เป็นจุดรวมน้ำท่วม เหตุการณ์น้ำท่วมที่มีผลกระทบต่ออสังหาริมทรัพย์หรือส่งผลโดยตรงต่อพื้นที่ อสังหาริมทรัพย์ถูกป้องกันโดยการป้องกันแม่น้ำหรือชายฝั่ง การได้รับรายงานความเสี่ยงน้ำท่วมจากผู้สำรวจที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมาย และสามารถบันทึกข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพิ่มเติมในบริเวณที่กำหนดได้ เช่น ข้อมูลสภาพอากาศในขณะทำการสำรวจ อุปสรรคในการสำรวจ เป็นต้น ดังภาพที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่/อสังหาริมทรัพย์: _____ วันที่ตรวจสอบ: _____ ผู้ตรวจสอบ: _____

บรรยายลักษณะของพื้นที่ (ขนาด, รูปร่าง, การแบ่งพื้นที่ (zoning), บริเวณที่ทำการสำรวจ):

_____

_____

_____

ทำเครื่องหมาย ☑ ในช่องที่เหมาะสมเพื่อบันทึกสิ่งที่พบและคุณลักษณะที่สังเกตได้ในส่วนต่าง ๆ ของอสังหาริมทรัพย์และพื้นที่โดยรอบ

ส่วนของอสังหาริมทรัพย์					คุณสมบัติการปนเปื้อน									
	ตรวจสอบ		ปรากฏ		แร่ใยหินที่สงสัย	การทิ้งขยะ/ของเสีย	น้ำมันเบนซินหรือถังเชื้อเพลิง	ถังหรือภาชนะบรรจุอื่นๆ	น้ำ/ของเหลวที่เปลี่ยนสีหรือมีกลิ่น	คราบน้ำมัน	ภูมิประเทศผิดปกติ ไม่สม่ำเสมอ	พืชมีอาการตายจากส่วนยอดลงมา	ท่อระบายน้ำ	สายส่งไฟฟ้าแรงสูงหรือสถานีไฟฟ้าย่อย
อาคาร:	ช	ม	ช	ม										
อาศัยอยู่?/ ร้าง?														
ชำรุดทรุดโทรม?														
ห้องใต้ดิน & ลักษณะชั้นใต้ดิน														

ภาพที่ 6 รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย (ส่วนที่ 1) สำหรับพื้นที่การพาณิชย์และอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(เช่น สถานที่หลบภัย)														
สิ่งปลูกสร้างด้านนอก, รวมทั้งอู่รถยนต์และร้านค้า														
พื้นที่เกษตรกรรม														
พื้นดินที่ถูกทิ้งร้างหรือขรุขระ														
ภูมิทัศน์ และ/หรือพื้นที่ป่าธรรมชาติ														
เส้นทางน้ำ														
บริเวณโดยรอบ														
ขอบเขตการตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงที่ส่งผลโดยตรง														

ข้อความหรือความเห็นอื่นๆ:

_____

_____

ภาพที่ 6 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่/อสังหาริมทรัพย์: _____ วันที่ตรวจสอบ: _____ ผู้ตรวจสอบ: _____

บรรยายลักษณะของพื้นที่ (ขนาด, รูปร่าง, การแบ่งพื้นที่ (zoning), บริเวณที่ทำการสำรวจ):

_____

_____

_____

ทำเครื่องหมาย ☑ ในช่องที่เหมาะสมเพื่อบันทึกสิ่งที่พบและคุณลักษณะที่สังเกตได้ในส่วนต่าง ๆ ของอสังหาริมทรัพย์และพื้นที่โดยรอบ

ส่วนของอสังหาริมทรัพย์					คุณสมบัติการปนเปื้อน											
	ตรวจสอบ		ปรากฏ		แร่ใยหินที่สงสัย	การทิ้งขยะ/ของเสีย	น้ำมันเบนซินหรือถังเชื้อเพลิง	ถังหรือภาชนะบรรจุอื่นๆ	กลิ่นสารเคมี	น้ำ/ของเหลวที่เปลี่ยนสีหรือมีกลิ่น	คราบน้ำมัน	พืชรุกราน	ภูมิประเทศผิดปกติไม่สม่ำเสมอ	พืชมีอาการตายจากส่วนยอดลงมา	ท่อระบายน้ำ	สายส่งไฟฟ้าแรงสูงหรือสถานีไฟฟ้าย่อย
อาคาร:	ช	ม	ช	ม												
อาศัยอยู่?/ ร้าง?																
ชำรุดทรุดโทรม?																
ห้องใต้ดิน &ลักษณะชั้นใต้ดิน																
สวน/ พื้นที่เกษตร																

ภาพที่ 7 รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย (ส่วนที่ 1) สำหรับพื้นที่อยู่อาศัยหรือชนบท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งปลูกสร้างด้านนอก เช่น อู่รถยนต์, ร้านค้า															
พื้นที่ฟาร์ม (หลัก)															
สิ่งปลูกสร้างในฟาร์ม (รอง)															
การบรรจุของเสียในฟาร์ม															
คอกปศุสัตว์															
สถานที่เก็บเครื่องจักรและสารเคมี															
ถังบรรจุอาหารสัตว์															
พื้นที่ทิ้งร้าง/ ขรุขระ															
เส้นทางน้ำ															
บริเวณโดยรอบ															
ขอบเขตการตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงที่ส่งผลโดยตรง															

ข้อความหรือความเห็นอื่นๆ: _____

ภาพที่ 7 (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	สังเกตเห็นในอสังหาริมทรัพย์เป้าหมาย		เห็นหลักฐานที่เกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง	
เป็นอุตสาหกรรม/การผลิต?	☐ ใช่	☐ ไม่	☐ ใช่	☐ ไม่
พบกระบวนการกำจัดขยะ/หลุมฝังกลบ?	☐ ใช่	☐ ไม่	☐ ใช่	☐ ไม่
การทำงานเกี่ยวกับแร่ที่ผิวดิน/ใต้ดิน?	☐ ใช่	☐ ไม่	☐ ใช่	☐ ไม่
มีการบำรุงรักษายานพาหนะ/เติมน้ำมัน?	☐ ใช่	☐ ไม่	☐ ใช่	☐ ไม่
อสังหาริมทรัพย์อยู่ใกล้แม่น้ำ ลำธาร/คลอง?			☐ ใช่	☐ ไม่
อสังหาริมทรัพย์อยู่ในหลุมหรืออยู่ด้านล่างของภูเขาที่เป็นจุดรวมน้ำท่วม?	☐ ใช่	☐ ไม่		
คุณทราบเหตุการณ์น้ำท่วมมีผลกระทบต่อทรัพย์สินหรือพื้นที่นั้นโดยตรง?	☐ ใช่	☐ ไม่	☐ ใช่	☐ ไม่
อสังหาริมทรัพย์ถูกป้องกันโดยการป้องกันแม่น้ำหรือชายฝั่ง?	☐ ใช่	☐ ไม่	☐ ใช่	☐ ไม่
คุณเคยได้รับรายงานความเสี่ยงน้ำท่วมจากผู้สำรวจที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมาย?	☐ ใช่	☐ ไม่		

ข้อความหรือความเห็นอื่นๆ: _____

_____

_____

ภาพที่ 8 รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย (ส่วนที่ 2) สำหรับทุกพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลการกำหนดขั้นตอนการศึกษา

2.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นที่ที่จะนำมาใช้เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งในประเทศไทย การใช้ที่ดินในชนบทจะแตกต่างจากการใช้ที่ดินในเขตเมือง การใช้ที่ดินในชนบทจะเน้นการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร แต่การใช้ที่ดินในเขตเมืองแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ การใช้ที่ดินเป็นถนน การใช้ที่ดินเป็นที่อยู่อาศัย การใช้ที่ดินเพื่อเป็นสถานที่ประกอบการค้าหรือย่านการค้า การใช้ที่ดินเพื่อการอุตสาหกรรม การใช้ที่ดินเป็นสาธารณสถาน (นิพันธ์, 2552) ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้ที่ดินเหล่านั้นจะแตกต่างกันออกไป และในการดำเนินกิจกรรมอาจส่งผลต่อเนื่องไปยังกิจกรรมอื่นได้ รวมถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอาจก่อให้เกิดมลพิษต่อพื้นที่รอบข้างหรือเกิดการปนเปื้อนในพื้นที่เหล่านั้น ในด้านมลพิษทางดิน น้ำ อากาศ ขยะหรือของเสียอันตรายเหล่านี้ ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่นั้นๆ ได้

จากการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง ในภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม มีการใช้สารอันตรายเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก มีการนำเข้าสารอันตรายจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น จึงก่อให้เกิดของเสียและอุบัติภัยจากสารเคมี รวมถึงการลักลอบทิ้งกากของเสีย และมีผู้ได้รับผลกระทบหรือบาดเจ็บจากอุบัติภัยจากสารเคมีดังกล่าว ของเสียอันตรายจึงมีแนวโน้มที่จะถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น สะสมในสถานที่ต่างๆ อย่างกระจัดกระจายโดยไม่มีการบำบัดหรือกำจัดอย่างถูกวิธี (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553)

ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าภาคอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดสารมลพิษที่สำคัญ ทั้งด้านความหลากหลายของสารมลพิษและปริมาณสารมลพิษที่ปนเปื้อน ซึ่งปัญหามลพิษจากกิจกรรมของอุตสาหกรรม สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่เหล่านั้นในอนาคต ในการตัดสินใจนำที่ดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอุตสาหกรรมไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น การใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยหรือเกษตรกรรม เป็นต้น จึงมีโอกาสพบการปนเปื้อนในพื้นที่นั้นสูงกว่ารูปแบบอื่น การศึกษานี้จึงเลือกภาคอุตสาหกรรมเป็นพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการคัดเลือกประเภทของอุตสาหกรรม ได้เลือก โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ ซึ่งได้รับความร่วมมือจากภาคอุตสาหกรรม และทั้งนี้โรงงานผลิตเยื่อกระดาษยังเป็นโรงงานประเภท 1 ในจำนวน 14 ประเภท ที่มีความเสี่ยงระดับสูง จากการจำแนกประเภทอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนดินในประเทศไทย โดย USEPA (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554) การศึกษานี้จึงเลือกประเภทอุตสาหกรรมผลิตเยื่อหรือกระดาษ คือ โรงงานผลิตเยื่อกระดาษของบริษัทผู้ผลิตแห่งหนึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา

ด้านการปนเปื้อนในพื้นที่ ประวัติในอดีตและกระบวนการดำเนินการในพื้นที่ องค์ประกอบทางเคมีและวัสดุอื่นๆ จะสะท้อนให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนบนพื้นดิน ซึ่งจากข้อมูลการปนเปื้อน พบว่า น้ำมันเป็นกลุ่มที่มักพบการปนเปื้อนหลายแห่งในพื้นที่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ (Department of the Environment, 1996) ซึ่งน้ำมันก็มักถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ เช่น การใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงใน boiler เป็นต้น ในการศึกษานี้จึงเลือกการปนเปื้อนของน้ำมันเตา (fuel oils) ในดิน ซึ่งถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการดำเนินการของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษเป็นกรณีศึกษาในการกำหนดแบบจำลองการปนเปื้อนในดิน

2.2 การเลือกรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์

จากผลการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่ถูกเลือก คือ รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์สำหรับระบุความเป็นไปได้ของการปนเปื้อนในพื้นที่การพาณิชย์และอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นรายการตรวจสอบที่มีข้อมูลคำถามที่สอดคล้องและเหมาะสมกับพื้นที่กรณีศึกษา คือพื้นที่อุตสาหกรรม

2.3 การกำหนดระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนน้ำมันเตาในดิน

จากข้อมูลกระบวนการผลิตของโรงงาน มีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง จึงกำหนดแบบจำลองความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาที่เกิดจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังบรรจุ ให้มีปริมาตรการปนเปื้อนดินที่เท่ากันและการปนเปื้อนสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด ซึ่งน้ำมันเตาจัดอยู่ในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล (ประสงค์ และไมตรี, 2545) ค่าเกณฑ์มาตรฐานจึงกำหนดโดยใช้มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds) ตามประกาศคณะกรรมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (ฝ่ายตรวจและบังคับการ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2555) ที่กฎหมายกำหนดเป็นเกณฑ์ โดยตัดค่ามาตรฐานของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีคลอรีนในโมเลกุลออก แบบจำลองความเสี่ยงการปนเปื้อนน้ำมันเตาในดินจึงประกอบไปด้วยค่ามาตรฐาน เบนซีน (Benzene) เอทธิลเบนซีน (Ethyl- benzene) สไตรีน (Styrene) โทลูอีน (Toluene) และไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes) โดยแบ่งระดับการปนเปื้อนออกเป็น 4 ระดับ ตามตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนน้ำมันเตาในดิน จากมาตรฐานตามกฎหมาย (หน่วย: mg/kg)

สารประกอบอินทรีย์ระเหย	เกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง[1] (ต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก)	เกณฑ์ความเสี่ยงน้อย[2] (เกือบถึงค่ามาตรฐาน)	เกณฑ์มาตรฐาน*	เกณฑ์ความเสี่ยงปานกลาง[3] (เกินค่ามาตรฐานเล็กน้อย)	เกณฑ์ความเสี่ยงมาก[4] (เกินค่ามาตรฐานมาก)
1) เบนซีน	ต่ำกว่า 3.3	3.3-6.5	ต้องไม่เกิน 6.5	6.5-10.8	เกิน 10.8
2) เอทธิลเบนซีน	ต่ำกว่า 115	115-230	ต้องไม่เกิน 230	230-383	เกิน 383
3) สไตรีน	ต่ำกว่า 850	850-1,700	ต้องไม่เกิน 1,700	1,700-2,833	เกิน 2,833
4) โทลูอีน	ต่ำกว่า 260	260-520	ต้องไม่เกิน 520	520-867	เกิน 867
5) ไซลีนทั้งหมด	ต่ำกว่า 105	105-210	ต้องไม่เกิน 210	210-350	เกิน 350

หมายเหตุ

*มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมของสารอินทรีย์ระเหยง่าย ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

[1]การปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก

[2]การปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินมีค่าเกือบถึงค่ามาตรฐาน

[3]การปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินมีค่าเกินค่ามาตรฐานเล็กน้อย

[4]การปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินมีค่าเกินค่ามาตรฐานมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกำหนดค่ามาตรฐานในแบบจำลองความเสี่ยง ในการศึกษานี้จะดูจากสารมลพิษเป้าหมาย คือ สารอินทรีย์ระเหยง่าย และวิธีการฟื้นฟูที่เลือก คือ วิธีออกซิเดชั่นทางเคมี ซึ่งจะต้องทราบถึงประสิทธิภาพและต้นทุนในการฟื้นฟู ข้อมูลส่วนนี้จะนำไปใช้กำหนดค่ามาตรฐานของเกณฑ์ความเสี่ยงในแบบจำลองต่อไป

เนื่องจากการฟื้นฟูดินปนเปื้อนด้วยวิธีออกซิเดชั่นทางเคมี สารเคมีที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด ในการศึกษาจึงนำหลักเศรษฐศาสตร์มาใช้เลือกวิธีการฟื้นฟู โดยเลือกวิธีการฟื้นฟูที่มีต้นทุนต่ำมาสร้างเป็นเกณฑ์ความเสี่ยง วิธีการนั้นคือ วิธีออกซิเดชั่นโดยใช้โอโซน (ozone) ประสิทธิภาพการฟื้นฟูอยู่ที่ 40% มีต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้เปอร์แมงกาเนต (Permanganate) (Hamberg, 2009) ในการคำนวณเพื่อหาค่าไปกำหนดในแบบจำลอง จึงนำค่ามาตรฐานบวกกับประสิทธิภาพการฟื้นฟูด้วยวิธีออกซิเดชั่น โดยใช้โอโซน (ozone) ที่มีค่าเท่ากับ 40% จะได้เท่ากับ 10.8 นำไปตั้งเป็นค่าเกณฑ์ความเสี่ยงปานกลางของเบนซีน ในสารมลพิษเอทธิลเบนซีน สไตรีน โทลูอีน และไซลีนทั้งหมด ก็คำนวณเช่นเดียวกัน และในเกณฑ์ความเสี่ยงมากจะตั้งจากค่าสูงสุดของเกณฑ์ความเสี่ยงปานกลาง ส่วนเกณฑ์ความเสี่ยงน้อยจะตั้งโดยลดลง 50% จากค่ามาตรฐาน และเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง จะตั้งจากค่าต่ำสุดของเกณฑ์ความเสี่ยงน้อย

3. ผลการทดสอบแบบสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมกับพื้นที่ศึกษา

3.1 การนำรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับพื้นที่ศึกษา

จากการจัดทำรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่พัฒนาขึ้นและนำไปทดสอบกับพื้นที่ศึกษาคือโรงงานผลิตเยื่อกระดาษพบว่า สามารถนำข้อมูลที่บริษัทเปิดเผยต่อสาธารณะและข้อมูลที่รายงานต่อหน่วยงานราชการมาใช้เป็นข้อมูลความเสี่ยงเบื้องต้นในรายการตรวจสอบก่อนการสำรวจได้และจากการสำรวจพบการปนเปื้อนน้ำมัน และสารเคมีที่มีลักษณะเป็นของเหลว บางส่วนแห้งเป็นคราบบนผิวดิน แต่บางส่วนยังเป็นแอ่งน้ำที่มีสีเข้มและมีกลิ่น แสดงดังภาพที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 การสำรวจพื้นที่ศึกษาพบการปนเปื้อนของน้ำมัน

น้ำมันที่พบเป็นส่วนเหลือทิ้งของน้ำมันเตาหลังการใช้งานในกระบวนการผลิตไอน้ำของโรงงาน ซึ่งมีการใช้น้ำมันเตาแบบผสม (ไม่ระบุเกรด) เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนกับหม้อต้ม (boiler) ซึ่งเป็นน้ำมันเตาเก่าหรือน้ำมันเตาที่ถูกใช้มาก่อนแล้ว ทำให้มีความหนืดและสิ่งเจือปนมากกว่าปกติ จึงมีส่วนที่ต้องนำไปทิ้งในพื้นที่รองรับตามภาพที่ 9

3.2 การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อม ด้วยการประเมินความเสี่ยงของพื้นที่ศึกษาที่มีการกำหนดระดับความเสี่ยงขึ้น

ผลการประเมินระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ พบว่าข้อมูลที่บริษัทเปิดเผยต่อสาธารณะและข้อมูลที่รายงานต่อหน่วยงานราชการ สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการในการประเมินระยะที่ 1 ได้ ซึ่งบางส่วนของข้อมูลที่ได้รับผ่านรายงานจะช่วยให้ระยะเวลาของการดำเนินการสั้นลง (Ezovski, 2007) ได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ การใช้ประโยชน์พื้นที่ในอดีตและพื้นที่โดยรอบ รายชื่อหน่วยงานกำกับดูแล กิจกรรมของโรงงานอุตสาหกรรม ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งในรายละเอียดการเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลเท่าที่กฎหมายในประเทศไทยกำหนด บางข้อมูลได้แก่ แผนที่ประกันอัคคีภัย (Fire Insurance Maps) ก็จะไม่ถูกรวบรวมในการศึกษาเนื่องจากในประเทศไทยไม่ได้มีการกำหนดใช้ และเมื่อนำข้อมูลมาใช้ร่วมกับข้อมูลจากการสำรวจ ได้แก่ การสำรวจพื้นที่และอสังหาริมทรัพย์ การสัมภาษณ์ การศึกษาวัสดุก่อสร้าง ซึ่งในจากการสำรวจ พบการปนเปื้อนน้ำมันบนผิวดิน จากข้อมูลในการประเมินระยะที่ 1 และการกำหนดระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนในดินทำให้มีความเหมาะสมที่จะต้องดำเนินการประเมินในระยะที่ 2 ต่อไป

ผลการประเมินระยะที่ 2 การสุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดิน ดำเนินการสุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยัน โดยเก็บตัวอย่างดินบริเวณ hot spot และนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายโดยใช้วิธี Gas Chromatographic (FID) Method ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย (ดังตารางภาคผนวกที่ ง) จัดอยู่ในเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง ซึ่งจากระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินที่กำหนดเป็นเกณฑ์ ถ้าพบว่าการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง (ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก) การประเมิน EDD สมบูรณ์ เนื่องจากผลการวิเคราะห์สิ่งปนเปื้อนที่สงสัยในการเมินระยะที่ 1 มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานมาก จึงไม่จำเป็นต้องดำเนินการใดๆ สามารถดำเนินการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ได้ โดยไม่มีความเสี่ยงที่ไม่เหมาะสมสำหรับความรับผิดชอบทางสิ่งแวดล้อม (Civilian federal agency task force, 1998) เกณฑ์ความเสี่ยงน้อย (ค่าเกือบถึงเกณฑ์) ไม่ต้องทำการฟื้นฟู เนื่องจากยังไม่ถึงค่ามาตรฐาน จึงไม่มีความจำเป็นในการฟื้นฟู แต่มีข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน เกณฑ์ความเสี่ยงปานกลาง (ค่าเกินเกณฑ์เล็กน้อย) และเกณฑ์ความเสี่ยงมาก (ค่าเกินเกณฑ์มาก) จำเป็นต้องดำเนินการฟื้นฟู เพราะมีค่าการปนเปื้อนเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด สามารถส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ศึกษาได้กำหนดระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินในระดับต่างๆ การพิจารณาเสนอแนวทางการฟื้นฟู มีเทคนิคแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและเคมี ทางเคมี และทางชีวภาพ ในการเลือกเทคนิคฟื้นฟูขึ้นอยู่กับชนิดของสารปนเปื้อน ปริมาณและความเข้มข้นของสารปนเปื้อน ตัวกลางที่ปนเปื้อน และวิถีและการเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อน (ส่วนมลพิษดิน สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554) และการเลือกระดับการฟื้นฟูจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต เนื่องจากค่ามาตรฐานการใช้ประโยชน์ที่ดินมีค่าแตกต่างกัน ในพื้นที่ศึกษานี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กำหนดไว้คือ มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม ซึ่งในการดำเนินการต้องคำนึงถึงงบประมาณและระยะเวลาที่มีอยู่

ผลการประเมินระยะที่ 3 การประเมินความเหมาะสมและต้นทุนในการฟื้นฟูพื้นที่ จากระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดิน ต้นทุนเป็นปัจจัยในการเลือกวิธีการฟื้นฟูที่สัมพันธ์กับระยะเวลา วิธีการฟื้นฟูทางชีวภาพ Phytoremediation เป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำ ประสิทธิภาพต่ำ (removal efficiency 23-26%) และใช้ระยะเวลานาน แต่การฟื้นฟูทางกายภาพ-เคมี วิธีการออกซิเดชั่นทางเคมี เป็นวิธีที่มีต้นทุนสูง มีประสิทธิภาพสูง (removal efficiency 40-95%) (Hamberg, 2009) และใช้ระยะเวลาสั้น จึงมีความเหมาะสมในการเลือกใช้เป็นวิธีฟื้นฟูดินในกรณีเร่งด่วน ต้นทุนการฟื้นฟูดินจากเกณฑ์ระดับความเสี่ยง จากเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง (ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก) จะไม่มีต้นทุน ความเสี่ยงน้อย (ค่าเกือบถึงเกณฑ์) จะไม่มีต้นทุน แต่มีข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน ความเสี่ยงปานกลาง (ค่าเกินเกณฑ์เล็กน้อย) ควรเลือกดำเนินการฟื้นฟูดินปนเปื้อนด้วยวิธีออกซิเดชั่นโดยใช้ ozone ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัด 40% มีต้นทุนการฟื้นฟูที่ 60 $/m^3$ (Hamberg, 2009) และมีข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน ความเสี่ยงมาก (ค่าเกินเกณฑ์มาก) ควรเลือกดำเนินการฟื้นฟูดินปนเปื้อนด้วยวิธีออกซิเดชั่นโดยใช้ permanganate ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัด 95% มีต้นทุนการฟื้นฟูที่ 160 $/m^3$ (Hamberg, 2009) ทั้งนี้หากฟื้นฟูแล้วยังมีค่าการปนเปื้อนเกินค่ามาตรฐาน อาจใช้ทั้งสองวิธีร่วมกันโดยคำนึงถึงต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยต้นทุนการฟื้นฟูดินประเมินจากต้นทุนหลักด้านสินทรัพย์ถาวร ได้แก่ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ค่าเตรียมการพื้นที่บำบัด และด้านเงินทุนหมุนเวียน ได้แก่ ค่าสารเคมี เงินเดือนค่าจ้างค่าตอบแทนและสวัสดิการของเจ้าหน้าที่ ค่าใช้จ่ายในการผลิตอื่นๆ (ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2555)

การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ระยะ เริ่มจากระยะที่ 1 การประเมินความรับผิดชอบ โดยการเก็บข้อมูลร่วมกับการสำรวจพื้นที่ที่พบการปนเปื้อนของน้ำมัน ซึ่งผลการสำรวจสอดคล้องกับข้อมูลกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตเยื่อกระดาษที่มีการใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงในหน่วยเตาเผากากปูน การดำเนินการระยะที่ 2 จึงมีความจำเป็น โดยการสุ่มตัวอย่างและนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย ผลที่ได้มานำเทียบกับเกณฑ์ระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อเพลิงน้ำมันเตาในดินที่กำหนด ที่ใช้มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมของสารอินทรีย์ระเหยง่าย ผลปรากฏว่าจัดอยู่ในเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง แต่ถ้าผลอยู่ในเกณฑ์มีความเสี่ยงจะต้องมีการฟื้นฟูที่เหมาะสม ในระยะที่ 3 จึงเลือกดำเนินการฟื้นฟูดินปนเปื้อนทางกายภาพ-เคมี วิธีการออกซิเดชั่นทางเคมี เป็นวิธีที่มีต้นทุนสูง มีประสิทธิภาพสูง และใช้ระยะเวลาสั้น เหมาะสมในการเลือกใช้เป็นวิธีฟื้นฟูดินในกรณีเร่งด่วน ในด้านต้นทุนก็จะแตกต่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กันไปตามเกณฑ์ระดับความเสี่ยงของการปนเปื้อนน้ำมันเตาในดิน และสารเคมีที่ใช้ โดยเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง-ไม่มีต้นทุน เกณฑ์ความเสี่ยงน้อย-ไม่มีต้นทุน แต่มีข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน (เพื่อไม่ไปเพิ่มความเสี่ยง) เกณฑ์ความเสี่ยงปานกลาง-ฟื้นฟูดินโดยวิธีออกซิเดชั่นโดยใช้ ozone (removal efficiency 40%) มีต้นทุนการฟื้นฟูที่ 60 $/m^3 (Hamberg, 2009) และมีข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน และเกณฑ์ความเสี่ยงมาก-ฟื้นฟูดินโดยวิธีออกซิเดชั่นโดยใช้ permanganate (removal efficiency 95%) มีต้นทุนการฟื้นฟูที่ 160 $/m^3 (Hamberg, 2009)

ในกรณีพบสารมลพิษชนิดอื่นปนเปื้อนร่วมกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่อสังหาริมทรัพย์ ซึ่งอาจเป็น chromium salts หรือ cadmium salts ที่เป็นโลหะและสารประกอบโลหะ (Department of the Environment, 1996) การเลือกวิธีการฟื้นฟูจะเริ่มจากการกำหนดระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนพร้อมกับเลือกวิธีการฟื้นฟู/กำจัดโลหะหนักในดิน โดยการเรียงลำดับจากต้นทุนที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับสารอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งวิธีที่ถูกเลือกในการฟื้นฟู/กำจัดโลหะหนักจะเป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำที่สุดและเหมาะสมกับการฟื้นฟู/กำจัดโลหะหนัก (สามารถฟื้นฟูให้เป็นไปมาตรฐานของกฎหมาย) จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนการเลือกวิธีการฟื้นฟู/กำจัดสารมลพิษหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน จะนำวิธีการฟื้นฟู/กำจัดสารมลพิษทุกวิธีมาพิจารณาร่วมกัน (วิธีการฟื้นฟู/กำจัดโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่าย) ซึ่งวิธีการฟื้นฟู/กำจัดสารมลพิษแต่ละชนิดอาจต่างกัน เนื่องจากมีต้นทุนการฟื้นฟู/กำจัดต่างกัน การเลือกวิธีการฟื้นฟูจึงเลือกวิธีที่ถูกใช้ในการฟื้นฟูมากที่สุด หรืออาจเลือกใช้วิธีการฟื้นฟูร่วมกัน

มูลค่าการซื้อขายอสังหาริมทรัพย์แต่เดิมจะเน้นที่ปัจจัยด้านราคาตลาดในการประกอบการตัดสินใจซื้อขาย เมื่อให้ความสำคัญด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมในการพิจารณาซื้อขายเพิ่มเข้ามาด้วย จึงทำให้ผลจากระดับความเสี่ยงสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจซื้อขายอสังหาริมทรัพย์ได้ ซึ่งต้นทุนการฟื้นฟูที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อมูลค่าในการซื้อขายที่อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ เมื่อผู้ขายอสังหาริมทรัพย์พบการปนเปื้อนในพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงมากและทำการฟื้นฟูก่อนขายจะเกิดต้นทุนในการฟื้นฟูสูง ดังนั้นต้นทุนรวม (total cost) คือ ต้นทุนที่ดินและต้นทุนการฟื้นฟู จะสูงขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้ต้องปรับราคาขาย (price) ให้เหมาะสมในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์ ในทางตรงกันข้ามผู้ซื้อก็สามารถใช้ข้อมูลนี้ในการต่อรองราคาได้หากต้องทำการฟื้นฟูเอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การพัฒนาวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือ จากการลดขั้นตอนการเก็บข้อมูลในบางส่วน และปรับเปลี่ยนการเก็บข้อมูลเท่าที่จำเป็นไปตามขั้นตอน เน้นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้ให้มากที่สุดของวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมจะสามารถลดระยะเวลาและต้นทุนในการดำเนินการเก็บข้อมูล และเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจากข้อมูลกฎหมายของประเทศไทยร่วมกับรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ที่ใช้ในบางประเทศเพื่อระบุความเสี่ยง ทำให้ได้วิธีการและเครื่องมือที่สามารถใช้กับประเทศไทยได้อย่างเหมาะสม โดยวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้น เริ่มจากการศึกษาข้อมูลพื้นที่ทั่วไป ข้อมูลที่ได้นี้จะนำมาใช้ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นคือ รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ เพื่อเป็นข้อมูลความเสี่ยงของพื้นที่ จากนั้นเข้าสู่การสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมที่ประกอบด้วย 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการดำเนินการร่วมกับการพิจารณาข้อมูลทางกฎหมายสิ่งแวดล้อม เมื่อข้อมูลที่ได้จากการประเมินระยะที่ 1 พบสภาวะการปนเปื้อนด้านสิ่งแวดล้อมที่น่าสงสัย อาจมีการดำเนินการต่อในระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยืนยันการปนเปื้อนที่สงสัยในการประเมินระยะที่ 1 ร่วมกับการพิจารณาข้อมูลด้านเทคนิคการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปนเปื้อนนั้นๆ และการดำเนินการระยะที่ 3 เป็นระยะสุดท้ายที่ต้องใช้ข้อมูลต้นทุนการฟื้นฟูและความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์อสังหาริมทรัพย์นั้นๆ เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการตัดสินใจในการถ่ายโอนอสังหาริมทรัพย์

การกำหนดระดับความเสี่ยงการปนเปื้อนน้ำมันเตาในดินในการศึกษานี้ใช้สารมลพิษในกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่ายเป็นกรณีศึกษา โดยนำเกณฑ์คุณภาพดินตามกฎหมายมาจากมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมของสารอินทรีย์ระเหยง่ายมาใช้ประโยชน์ และแบ่งความเสี่ยงเป็น 4 ระดับ คือ ไม่มีความเสี่ยง ความเสี่ยงน้อย ความเสี่ยงปานกลาง และความเสี่ยงมาก โดยค่าที่กำหนดในแต่ละระดับพิจารณาจากข้อมูลเทคโนโลยีการฟื้นฟูด้านประสิทธิภาพและต้นทุนในการฟื้นฟู อันดับแรกเป็นการใช้หลักทางเศรษฐศาสตร์เป็นการจัดลำดับโดยเลือกวิธีที่มีต้นทุนต่ำที่สุดแล้วเรียงต่อไปตามต้นทุนที่สูงขึ้น อันดับต่อมาจึงใช้ความสามารถในการฟื้นฟูของเทคโนโลยีนั้นมากำหนดเป็นค่าตัวเลขสำหรับระดับความเสี่ยงคือ วิธีออกซิเดชั่นโดยใช้โอโซน และคำนวณค่าเกณฑ์ความเสี่ยงปานกลางคำนวณจากประสิทธิภาพ (%) ของการฟื้นฟูโดยใช้โอโซนบวกกับค่ามาตรฐานตามกฎหมาย ระดับความเสี่ยงมากค่าเกณฑ์มากกว่าค่าเกณฑ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับความเสี่ยงปานกลาง ระดับความเสี่ยงต่ำค่าจะอยู่ในช่วง 50% ของค่ามาตรฐาน ถึงค่ามาตรฐาน และระดับไม่มีความเสี่ยงค่าจะต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 50% ทั้งนี้หากมีข้อมูลของเทคโนโลยีการฟื้นฟูที่ละเอียดและทันสมัยมากขึ้นก็สามารถนำมาเปลี่ยนแปลงการค่าเกณฑ์ได้ โดยใช้ขั้นตอนการคำนวณตามแนวคิดเช่นเดียวกัน ในการศึกษานี้เป็นเพียงการกำหนดเกณฑ์เบื้องต้นจากการปนเปื้อนสารอินทรีย์ระเหยง่ายในดินเท่านั้น ถ้ามีการศึกษามลพิษอื่นๆ ด้วย จะต้องมีการนำเทคโนโลยีการฟื้นฟูสารมลพิษเหล่านั้นมาพิจารณาร่วมกันด้วย

การทดลองใช้กับกรณีศึกษา มีความเป็นไปได้ในการนำรายการตรวจสอบและวิธีการไปใช้ โดยเก็บข้อมูลตามกฎหมายประเทศไทยกำหนด และใช้ข้อมูลทุติยภูมิให้มากที่สุดร่วมกับการสำรวจ ซึ่งช่วยลดระยะเวลาและต้นทุนในการเก็บข้อมูลในรายการตรวจสอบและการประเมินระยะที่ 1 ผลการประเมินระยะที่ 2 คือผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหยง่าย เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ระดับความเสี่ยงที่กำหนดขึ้นจะจัดอยู่ในเกณฑ์ไม่มีความเสี่ยง และผลการประเมินระยะที่ 3 พบว่า ต้นทุนการฟื้นฟูดินขึ้นอยู่กับความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) ไม่มีความเสี่ยง (ค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก) – ไม่มีต้นทุน (2) ความเสี่ยงน้อย (ค่าเกือบถึงเกณฑ์) – ไม่มีต้นทุนแต่มีข้อจำกัดการใช้ที่ดิน (3) ความเสี่ยงปานกลาง (ค่าเกินเกณฑ์เล็กน้อย) – มีต้นทุนจากการฟื้นฟูดินโดยวิธีออกซิเดชั่นโดยใช้ ozone (60 $/m^3) และมีข้อจำกัดการใช้ที่ดิน และ (4) ความเสี่ยงมาก (ค่าเกินเกณฑ์มาก) – มีต้นทุนสูงจากการฟื้นฟูดินโดยวิธีออกซิเดชั่นโดยใช้ permanganate (160 $/m^3)

ผลการประเมินความเสี่ยงในระดับที่ต่างกัน ทำให้ทราบถึงข้อมูลต้นทุนและแนวทางการดำเนินการในอนาคต สำหรับผู้ขายทำให้ทราบถึงต้นทุนการฟื้นฟูที่เกิดขึ้นมากน้อยตามระดับความเสี่ยง ซึ่งผู้ขายสามารถนำต้นทุนที่เกิดขึ้นไปใช้ตั้งราคาขายได้อย่างเหมาะสม สำหรับผู้ซื้อสามารถนำผลข้อมูลต้นทุนที่ได้มาใช้ในการเจรจาต่อรอง นอกจากนี้จากการแบ่งระดับความเสี่ยงยังทำให้เห็นถึงความแตกต่างของการปนเปื้อนที่ชัดเจน ทำให้ผู้ซื้อทราบถึงระดับความเสี่ยงของสารมลพิษที่ปนเปื้อนในดิน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์อสังหาริมทรัพย์ต่อไปในอนาคตได้อย่างเหมาะสม และเพื่อไม่เป็นการเพิ่มปริมาณการปนเปื้อนในพื้นที่ให้เกินมาตรฐานตามกฎหมาย ทั้งนี้ถ้าไม่มีการดำเนินการประเมินความเสี่ยงในลักษณะนี้ ผู้ซื้ออาจต้องรับผิดชอบต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัวหลังการทำธุรกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาในครั้งนี้ เป็นหลักการและแนวคิด รวมทั้งนำเสนอข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการนำวิธีการสอบทานสถานะทางสิ่งแวดล้อมและรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ ที่สามารถนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับประเทศไทย และจากการนำไปทดลองใช้กับพื้นที่กรณีศึกษาโรงงานผลิตเยื่อกระดาษนั้น ยังเป็นเพียงการสร้างระดับเกณฑ์ความเสี่ยงในการใช้ที่ดินที่มีการปนเปื้อนของน้ำมันเตาและเฉพาะสารอินทรีย์ระเหยง่ายในดินเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลความเสี่ยงในการใช้ที่ดินที่ครบถ้วนมากยิ่งขึ้น จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของน้ำมันเตาในดินที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ โฮโดรคาร์บอน โลหะหนัก และอื่นๆ และเมื่อมองในภาพรวมของคุณภาพสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องศึกษามลพิษด้านอื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น สารมลพิษที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ คุณภาพอากาศ และวัสดุในการก่อสร้างอาคารของพื้นที่กรณีศึกษา เป็นต้น ต้องคำนึงถึงมลพิษให้ครอบคลุมทุกด้าน กรณีที่จะนำวิธีการสอบทานอสังหาริมทรัพย์และรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์นี้ไปปรับใช้กับพื้นที่อื่นๆ ต้องคำนึงถึงลักษณะพื้นที่ของอสังหาริมทรัพย์นั้นๆ กิจกรรมที่เคยดำเนินมาและจะดำเนินใหม่ในพื้นที่เดิม เพื่อที่จะเลือกใช้รายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ

ในอนาคต หากมีข้อมูลของเทคโนโลยีการฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อม ด้านประสิทธิภาพและต้นทุนที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น ก็สามารถนำมาใช้เพื่อปรับเปลี่ยนเกณฑ์ความเสี่ยงในการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีความละเอียดและเหมาะสมมากยิ่งขึ้นได้ ในด้านรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ก็เช่นเดียวกัน สามารถปรับเปลี่ยนคำถามให้เหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่เหล่านั้นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2556. **พ.ร.บ. กฎหมายและมาตรฐานการควบคุมมลพิษ**. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/download/regulation.cfm?task=s2, 14 ธันวาคม 2555.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษารูปแบบการฟื้นฟูดินปนเปื้อน ระดับนำร่อง (Pilot Scale) ระยะที่ 1**. จัดโดยกลุ่มส่วนมลพิษดิน สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น วันที่ 12 สิงหาคม 2554 กรุงเทพฯ.

นิพันธ์ วิเชียรน้อย. 2552. การผังเมืองและการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทย. **วารสารกรมโยธาธิการและผังเมือง** 29: 27-38.

บริษัทคอนซัลแทนท์ ออฟ เทคโนโลยี จำกัด. 2552. **รายงานฉบับสมบูรณ์ รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการเพิ่มกำลังการผลิตโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ**. 1041 หน้า.

ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช และไมตรี สุทธจิตต์. 2545. **สารอินทรีย์ไอระเหย และสุขภาพ (Volatile Organic Chemicals and Health)** ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา: ความรู้เกี่ยวกับสารพิษ และวัตถุอันตราย แหล่งที่มา: http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?info_id=120, 1 มิถุนายน 2555.

ฝ่ายตรวจและบังคับการ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2555. **พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535** (พิมพ์ครั้งที่ ๕ แก้ไขเพิ่มเติม). โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2555. **การสัมมนาโครงการศึกษาความเหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์ในการบำบัดสารอินทรีย์ระเหยในดินและน้ำใต้ดิน** (Powerpoint file). จัดโดยศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ณ โรงแรมหลุยส์ แทเวิร์น วันที่ 28 กันยายน 2555 กรุงเทพฯ.

ส่วนมลพิษดิน สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. **แนวทางการฟื้นฟูดินปนเปื้อนจากการประกอบการอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1 ส่วนมลพิษดิน สำนักเทคโนโลยีน้ำและสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553. **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2553**. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

อุณากร พฤฒิธาดา และศิลปพร ศรีจั่นเพชร. 2547. **Due diligence คืออะไร?**. วารสารบริหารธุรกิจ (102): 23-34.

Appraisal institute. 2001. **Property Observation Checklist**. Appraisal institute, Chicago.

Blackstone Consulting LLC. 2010. **Blackstone Consulting LLC**. Available Source: http://www.blackstoneconsulting.com/pdfs/Blackstone%20SOQ%20April%202011R.pdf , September 14, 2011.

Civilian federal agency task force. 1998. **CFATF Guide on Evaluating Environmental Liability for Property Transfers** Available Source: Office of the chief administrative officer Web site http://www.seco.noaa.gov/ENV/NEPA/ Docs/cfatf_guide_liability.pdf , September 14, 2011.

Civins, J. 2006. Doing Environmental Due Diligence. **American College of Real Estate lawyers** 24(2): 10-12.

Department of the Environment. 1996. **Pulp and Paper Manufacturing Works**. Publications Sales Unit, London.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ezovski, D. 2007. New environmental concern. **Mortgage Banking** 68(2): 82-87.

Falk, R.L., W.F. Tarantino and M.H. Imwalle. 2008. Environmental Due Diligence in Real Property Transactions. **The Environmental Counselor** (234): 1-8.

Goss, F.D., A.A. Donald, J.A. MCCubbin, P.E. Porter, S.B. Purcer and C.F. Redinger. 1992. **Environmental Evaluations for Real Estate Transactions: A Technical and Business Guide (5th ed.)**. Government Institutes, Maryland.

Haberlen, J. and D.P. Pollard. 2008. Environmental Due Diligence tools phase I and beyond. **The RMA Journal** 91(1): 68-73.

Hamberg, R. 2009. **In situ and on-site soil remediation techniques–a review**. Bachelor Thesis, Luleå University of Technology. Sweden.

Hazell carr. 2012. **HCPS Small Self Administered Scheme (SSAS) Surveyor's Guide**. Available Source: The Hazell Carr SSAS Web site www.xafinity.com, July 1, 2012.

Hess-Kosa, K. 2008. **Environmental Site Assessment Phase 1**: **Fundamentals Guidelines and Regulations.** 3th ed. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Jones, C. 2008. **Mitigating Risks**. Smart Business Columbus**.** Available Source: http://www.sbnonline.com/2008/11/mitigating-risks-how-to-manage-environmental-risks-during-an-economic-downturn/?full=1&edition=columbus-editions, January 14, 2012.

Matter, L. 2010. Property Due Diligence in Today's Real Estate Market. **Retail Law Strategist** 10: 1-5.

Payne, J.L. 2006. Environmental Due Diligence. **The Practical Real Estate Lawyer** 22(4): 33-53.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pritchard, P. 2001. **Environmental Risk Management**. Earthscan Publications, London.

Reichardt, C.L. 2006. Due Diligence Assessment of Non-Financial Risk: Prophylaxis for the Purchaser. **Resources Policy** 31: 193–203.

Schmittgens Jr, E.P. 2009. The lay of land. **Smart Business St. Louis**. Available Source: http://www.sbnonline.com/2009/11/the-lay-of-the-land-how-to-do-your-due-diligence-on-environmental-conditions-before-buying/?full=1&sectionid=legal-affairs-insights&edition=st-louis-editions, July 1, 2012.

The Royal Institution of Chartered Surveyors. 2010. **Contamination, the Environment and Sustainability: Implications for Chartered Surveyors and their Clients** (3rd ed.). the RICS Books imprint, Westwood Business Park.

Wilson, A.R. 1991. **Environmental Risk Identification and Management**. Lewis publishers, INC, Fort Worth.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

สารมลพิษที่เป็นไปได้ในการปนเปื้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารมลพิษที่เป็นไปได้ในการปนเปื้อน

สารประกอบเคมีและวัสดุอื่นๆที่ถูกบันทึกไว้ด้านล่างสะท้อนให้เห็นความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมและมีความเป็นไปได้ในการการปนเปื้อนบนพื้นดิน รายการเหล่านี้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ต่างก็ไม่ได้หมายความว่าสารเคมีเหล่านี้จะปรากฏอยู่หรือเป็นสาเหตุของการปนเปื้อน

โลหะและสารประกอบโลหะ ได้แก่ aluminium sulphate, phenylmercuric compounds, ethylmercuric compounds (biocides), chromium salts, iron salts, cadmium salts (dyes)

ธาตุอนินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ hypochlorites, chlorates, boron compounds, thiosulphates, sulphates, sulphites, sulphides, bisulphites, hydrosulphites, sulphur, phosphates, ochre, sienna (dyes)

กรด ได้แก่ sulphuric

ด่าง ได้แก่ sodium hydroxide

สารละลาย (สำหรับการผลิตเยื่อ) ได้แก่ acetic acid, formic acid, sulphonic acid, sulpholane, glycols, acetone, phenol, cresol, monoethanolamine, triethanolamine, ethanol, methanol

สารประกอบอินทรีย์:

ขนาด ได้แก่ ยางสนหรือชันสน (rosin), alkyl ketene dimer (AKD), alkyl succinic anhydride (ASA)

สารเพิ่มความแข็งแรงแบบเปียก ได้แก่ urea formaldehyde resins, aminopolyamide-epichlorohydrin resins

สารเพิ่มความแข็งแรงแบบแห้ง ได้แก่ acrylamide polymers, wax emulsions

สารเคลือบ ได้แก่ polyvinyl alcohol, carboxy-methyl cellulose, styrene butadiene latex

Softening agents (สำหรับเนื้อเยื่อ) ได้แก่ quaternary ammonium salts

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Optical brightening agents ได้แก่ bis(triazinyl-amine)-stilbene disulphonate

ตัวกั้นและสารเคลือบ ได้แก่ nitriles, acrylics

สีย้อม ได้แก่ indigo, alizarin

สารประกอบอินทรีย์ chlorinated (จากการใช้คลอรีน) ได้แก่ chlorinated phenols, dioxins, furans, fatty alcohol polyalkylene glycols, alkylphenol ethoxylate

Biocides ได้แก่ dichlorphen, bromonitrostyrene, bromonitropropandiol, bisthiocyanate, organobromine compounds, organosulphur compounds, aldehydes

สารฆ่าแมลง ได้แก่ lindane (ในเนื้อไม้นำเข้า)

น้ำมัน ได้แก่ fuel oils, lubricating oils, mineral oils (from ink-related processes)

Polychlorinated biphenyls (PCBs)

แอสเบสตอส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ก1 กลุ่มสารมลพิษหลักและสถานที่ที่อาจพบการปนเปื้อนของสารมลพิษในโรงงานผลิตเยื่อกระดาษ

กลุ่มสารมลพิษหลัก	สถานที่									
	วัตถุดิบและการส่งสินค้า	การขนส่งและการจัดการ	เส้นใยอาคาร	กระบวนการผลิต			การจัดการของเสีย	การบำบัดน้ำ	ระบบให้ความร้อน	พื้นที่หม้อแปลงไฟฟ้า
				A	B	C				
โลหะและสารประกอบโลหะ	■	■		■	■	■	■			
สารประกอบอนินทรีย์	■	■		■	■	■	■	■		
กรดและด่าง	■	■		■	■	■				
สารละลาย	■	■		■	■	■	■			
สารประกอบอินทรีย์อื่นๆ	■	■		■	■	■	■	■		
น้ำมัน			■				■		■	
แอสเบสตอส							■		■	
Polychlorinated biphenyls (PCBs)										■

A การผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ใหม่

B การผลิตเยื่อกระดาษจากกระดาษขยะ

C การผลิตกระดาษ

กล่องสีเทาแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่มีแนวโน้มมากที่สุดในการพบการปนเปื้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

มาตรฐานคุณภาพดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๐
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ ๒๕ (พ.ศ. ๒๕๔๗)

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ (๖) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๐ และมาตรา ๕๑ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงออกประกาศกำหนดมาตรฐานคุณภาพดินไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"ดิน" หมายความว่า วัตถุธรรมชาติซึ่งเกิดขึ้นบนพื้นผิวโลก ประกอบด้วยแร่ธาตุและอินทรียวัตถุต่างๆ และให้หมายความรวมถึงหิน กรวด และทรายด้วย

"มาตรฐานคุณภาพดิน" หมายความว่า มาตรฐานการปนเปื้อนของสารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในดินโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่รับสัมผัสดินทั้งทางตรงและทางอ้อม

ข้อ ๒ มาตรฐานคุณภาพดินจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ในที่ดินเป็น ๒ ประเภท คือ

(๑) มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม

(๒) มาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอื่นนอกเหนือจาก (๑)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๑
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

ข้อ ๓ มาตรฐานคุณภาพดินตามข้อ ๒ (๑) ต้องเป็นไปดังนี้

๓.๑ สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)

(๑) เบนซีน (Benzene) ต้องไม่เกิน ๖.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) ต้องไม่เกิน ๒.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane) ต้องไม่เกิน ๓.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๕) ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๔๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๖) ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๖๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๗) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) ต้องไม่เกิน ๘๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๘) เอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene) ต้องไม่เกิน ๒๓๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๙) สไตรีน (Styrene) ต้องไม่เกิน ๑,๗๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๒
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

(๑๐) เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene) ต้องไม่เกิน ๕๗ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๑) โทลูอีน (Toluene) ต้องไม่เกิน ๕๒๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๒) ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๒๘ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๓) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane) ต้องไม่เกิน ๖๓๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๔) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane) ต้องไม่เกิน ๘.๔ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๕) ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes) ต้องไม่เกิน ๒๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๒ โลหะหนัก (Heavy Metals)

(๑) สารหนู (Arsenic) ต้องไม่เกิน ๓.๙ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds) ต้องไม่เกิน ๓๗ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium) ต้องไม่เกิน ๓๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) ตะกั่ว (Lead) ต้องไม่เกิน ๔๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๓
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

(๕) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds) ต้องไม่เกิน ๑,๘๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๖) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds) ต้องไม่เกิน ๒๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๗) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts) ต้องไม่เกิน ๑,๖๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๘) ซีลีเนียม (Selenium) ต้องไม่เกิน ๓๕๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๓ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)

(๑) อะทราซีน (Atrazine) ต้องไม่เกิน ๒๒ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) คลอเดน (Chlordane) ต้องไม่เกิน ๑๖ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) 2,4-ดี (2,4-D) ต้องไม่เกิน ๖๕๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) ดีดีที (DDT) ต้องไม่เกิน ๑๗ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๕) ดิลดริน (Dieldrin) ต้องไม่เกิน ๐.๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๖) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) ต้องไม่เกิน ๑.๑ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๗) เฮปตาคลอร์ อีพ็อกไซด์ (Heptachlor Epoxide) ต้องไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๔
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

(๘) ลินเดน (Lindane) ต้องไม่เกิน ๔.๔ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๙) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol) ต้องไม่เกิน ๓๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๓.๔ สารพิษอื่นๆ

(๑) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene) ต้องไม่เกิน ๐.๖ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds) ต้องไม่เกิน ๑๑ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) พีซีบี (PCBs) ต้องไม่เกิน ๒.๒ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) ต้องไม่เกิน ๑.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ข้อ ๔ มาตรฐานคุณภาพดินตามข้อ ๒ (๒) ต้องเป็นไปดังนี้

๔.๑ สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds)

(๑) เบนซีน (Benzene) ต้องไม่เกิน ๑๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride) ต้องไม่เกิน ๕.๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) 1,2-ไดคลอโรอีเทน (1,2-Dichloroethane) ต้องไม่เกิน ๗.๖ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๕
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

(๔) 1,1-ไดคลอโรเอทธิลีน (1,1-Dichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๑.๒ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๕) ซิส-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (cis-1,2-Dichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๑๕๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๖) ทรานส์-1,2-ไดคลอโรเอทธิลีน (trans-1,2-Dichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๒๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๗) ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) ต้องไม่เกิน ๒๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๘) เอทธิลเบนซีน (Ethylbenzene) ต้องไม่เกิน ๒๓๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๙) สไตรีน (Styrene) ต้องไม่เกิน ๑,๗๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๐) เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene) ต้องไม่เกิน ๑๙๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๑) โทลูอีน (Toluene) ต้องไม่เกิน ๕๒๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๒) ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene) ต้องไม่เกิน ๖๑ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๓) 1,1,1-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,1-Trichloroethane) ต้องไม่เกิน ๑,๔๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๖
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

(๑๔) 1,1,2-ไตรคลอโรอีเทน (1,1,2-Trichloroethane) ต้องไม่เกิน ๑๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๑๕) ไซลีนทั้งหมด (Total Xylenes) ต้องไม่เกิน ๒๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๔.๒ โลหะหนัก (Heavy Metals)

(๑) สารหนู (Arsenic) ต้องไม่เกิน ๒๗ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds) ต้องไม่เกิน ๘๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent Chromium) ต้องไม่เกิน ๖๔๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) ตะกั่ว (Lead) ต้องไม่เกิน ๗๕๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๕) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds) ต้องไม่เกิน ๓๒,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๖) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds) ต้องไม่เกิน ๖๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๗) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts) ต้องไม่เกิน ๔๑,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๘) ซีลีเนียม (Selenium) ต้องไม่เกิน ๑๐,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๗๗
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

๔.๓ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides)

(๑) อะทราซีน (Atrazine) ต้องไม่เกิน ๑๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๒) คลอเดน (Chlordane) ต้องไม่เกิน ๑๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) 2,4-ดี (2,4-D) ต้องไม่เกิน ๑๒,๐๐๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) ดีดีที (DDT) ต้องไม่เกิน ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๕) ดิลดริน (Dieldrin) ต้องไม่เกิน ๑.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๖) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) ต้องไม่เกิน ๕.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๗) เฮปตาคลอร์ อีพ็อกไซด์ (Heptachlor Epoxide) ต้องไม่เกิน ๒.๗ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๘) ลินเดน (Lindane) ต้องไม่เกิน ๒๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๙) เพนตะคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol) ต้องไม่เกิน ๑๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

๔.๔ สารพิษอื่นๆ

(๑) เบนโซ (เอ) ไพรีน (Benzo (a) pyrene) ต้องไม่เกิน ๒.๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(๒) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds) ต้องไม่เกิน ๓๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๓) พีซีบี (PCBs) ต้องไม่เกิน ๑๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

(๔) ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) ต้องไม่เกิน ๘.๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ข้อ ๕ การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓ และข้อ ๔ ให้ใช้วิธี Test Methods of Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846) ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) ดังต่อไปนี้

(๑) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๑ (๑)-(๑๕) และข้อ ๔.๑ (๑)-(๑๕) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๒) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๑) และข้อ ๔.๒ (๑) ให้ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption, Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๓) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๒) และข้อ ๔.๒ (๒) ให้ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๔) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๓) และข้อ ๔.๒ (๓) ให้ใช้วิธี Coprecipitation หรือวิธี Colorimetric หรือวิธี Chelation/Extraction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๕) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๔)-(๕) และข้อ ๔.๒ (๔)-(๕) ให้ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๖) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๖) และข้อ ๔.๒ (๖) ให้ใช้วิธี Cold-Vapor Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๗) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๗) และข้อ ๔.๒ (๗) ให้ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือวิธี Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry หรือวิธี Atomic Absorption, Direct Aspiration หรือวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๘) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๒ (๘) และข้อ ๔.๒ (๘) ให้ใช้วิธี Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry หรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๘๐
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

วิธี Atomic Absorption, Furnace Technique หรือวิธี Atomic Absorption Gaseous Hydride หรือวิธี Atomic Absorption, Borohydride Reduction หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๙) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๓ (๑) และข้อ ๔.๓ (๑) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๐) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๓ (๒) และข้อ ๔.๓ (๒) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๑) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๓ (๓) และข้อ ๔.๓ (๓) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี High Performance Liquid Chromatography/Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๒) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๓ (๔)-(๘) และข้อ ๔.๓ (๔)-(๘) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๓) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๓ (๙) และข้อ ๔.๓ (๙) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน้า ๑๘๑
เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๑๕ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๐ ตุลาคม ๒๕๔๗

(๑๔) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๔ (๑) และข้อ ๔.๔ (๑) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธี Thermal Extraction/Gas Chromatography/Mass Spectrometry (TE/GC/MS) หรือวิธี Gas Chromatography/Fourier Transform Infrared (GC/FT-IR) Spectrometry หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๕) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๔ (๒) และข้อ ๔.๔ (๒) ให้ใช้วิธี Total and Amenable Cyanide: Distillation หรือวิธี Total Amenable Cyanide (Automated Colorimetric, with off-line Distillation) หรือวิธี Cyanide Extraction Procedure for Solids and Oils หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๖) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๔ (๓) และข้อ ๔.๔ (๓) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

(๑๗) การตรวจสอบคุณภาพดินตามข้อ ๓.๔ (๔) และข้อ ๔.๔ (๔) ให้ใช้วิธี Gas Chromatography หรือวิธี Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) หรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ข้อ ๖ วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๗

จาตุรนต์ ฉายแสง

รองนายกรัฐมนตรี

ปฏิบัติหน้าที่ประธานกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ท้าย

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ ๒๕ (พ.ศ. ๒๕๔๗)

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน

วิธีการเก็บตัวอย่างดิน

๑. ให้แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อย ๆ โดยขนาดของแปลงย่อยขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และสภาพภูมิประเทศ เพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด

๒. จำนวนหลุมเจาะตัวอย่างดินขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ สำหรับพื้นที่ที่มีขนาด ๑๐ – ๒๕ ไร่ ให้เจาะตัวอย่างดินประมาณ ๑๐ – ๒๐ หลุม กระจายทั่วแปลง

๓. ให้เจาะตัวอย่างดินในหลุมหนึ่ง ๆ จากผิวดินจนถึงระดับความลึกประมาณ ๑๒ – ๑๘ นิ้ว (๓๐ – ๔๕ เซนติเมตร) โดยให้ใช้วิธีการเจาะแบบคงสภาพ

ทั้งนี้ การเก็บตัวอย่างดินมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพดินเบื้องต้น กรณีจำเป็นต้องมีการพิสูจน์สภาพการปนเปื้อนเพื่อการฟื้นฟู ให้มีการประเมินความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลำดับต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการรักษาตัวอย่างดิน

สารที่จะวิเคราะห์และตรวจสอบ (Parameter)	ภาชนะบรรจุ (Container)	การเก็บรักษา (Preservative)	ระยะเวลาที่เก็บไว้ได้ (Holding Time)
สารอินทรีย์ระเหยง่าย	แก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	๑๔ วัน
โลหะหนัก (ยกเว้น โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ และปรอทและสารประกอบปรอท)	พลาสติก หรือแก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	๑๘๐ วัน
โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์	พลาสติก หรือแก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	- ๓๐ วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง - ๗ วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง
ปรอทและสารประกอบปรอท	พลาสติก หรือแก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	๒๘ วัน
สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์	แก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	- ๑๔ วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง - ๔๐ วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง
เบนโซ (เอ) ไพรีน	แก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	- ๑๔ วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง - ๔๐ วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง
ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์	พลาสติก หรือแก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	๑๔ วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง
พีซีบี	แก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	- ๑๔ วัน ก่อนทำการเตรียมตัวอย่าง - ๔๐ วัน หลังทำการเตรียมตัวอย่าง
ไวนิลคลอไรด์	แก้ว	แช่เย็นที่ ๔° ± ๒°C	๑๔ วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ผลการนำรายการตรวจสอบอสังหาริมทรัพย์ไปใช้ทดสอบกับพื้นที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่/อสังหาริมทรัพย์: โรงงานผลิตเยื่อหรือกระดาษ วันที่ตรวจสอบ: 7 กรกฎาคม 2555 ผู้ตรวจสอบ: น.ส. วนิดา แซ่จิว

บรรยายลักษณะของพื้นที่ (ขนาด, รูปร่าง, การแบ่งพื้นที่ (zoning), บริเวณที่ทำการสำรวจ):

มีพื้นที่ประมาณ 95 ไร่

ภายในพื้นที่ประกอบด้วย ส่วนสำคัญๆ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารส่วนผลิต ระบบบำบัดน้ำเสีย

บริเวณที่ทำการสำรวจเป็นพื้นที่ว่างเปล่า ซึ่งพบการปนเปื้อนโดยจุดที่พบการปนเปื้อนอยู่ติดกับระบบบำบัดน้ำเสีย

ทำเครื่องหมาย ☑ ในช่องที่เหมาะสมเพื่อบันทึกสิ่งที่พบและคุณลักษณะที่สังเกตได้ในส่วนต่าง ๆ ของอสังหาริมทรัพย์และพื้นที่โดยรอบ

ส่วนของอสังหาริมทรัพย์					คุณสมบัติการปนเปื้อน									
	ตรวจสอบ		ปรากฏ		แร่ใยหินที่สงสัย	การทิ้งขยะ/ของเสีย	น้ำมันเบนซินหรือถังเชื้อเพลิง	ถังหรือภาชนะบรรจุอื่นๆ	น้ำ/ของเหลวที่เปลี่ยนสีหรือมีกลิ่น	คราบน้ำมัน	ภูมิประเทศผิดปกติไม่สม่ำเสมอ	พืชมีอาการตายจากส่วนยอดลงมา	ท่อระบายน้ำ	สายส่งไฟฟ้าแรงสูงหรือสถานีไฟฟ้าย่อย
อาคาร:	ช	ม	ช	ม										
อาศัยอยู่? ร้าง?	✓		✓											
ชำรุดทรุดโทรม?		✓		✓										
ห้องใต้ดิน & ลักษณะชั้นใต้ดิน		✓		✓										

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(เช่น สถานที่หลบภัย)														
สิ่งปลูกสร้างด้านนอก, รวมทั้งอู่รถยนต์และร้านค้า		✓		✓										
พื้นที่เกษตรกรรม		✓		✓										
พื้นดินที่ถูกทิ้งร้างหรือขรุขระ	✓		✓							✓				
ภูมิทัศน์ และ/หรือพื้นที่ป่าธรรมชาติ		✓		✓										
เส้นทางน้ำ		✓	✓											
บริเวณโดยรอบ														
ขอบเขตการตรวจสอบบริเวณใกล้เคียงที่ส่งผลโดยตรง	-													

ข้อความหรือความเห็นอื่นๆ:

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

	สังเกตเห็นในอสังหาริมทรัพย์เป้าหมาย		เห็นหลักฐานที่เกิดขึ้นในบริเวณใกล้เคียง	
เป็นอุตสาหกรรม/การผลิต?	☑ ใช่	☐ ไม่	☑ ใช่	☐ ไม่
พบกระบวนการกำจัดขยะ/หลุมฝังกลบ?	☐ ใช่	☑ ไม่	☐ ใช่	☑ ไม่
การทำงานเกี่ยวกับแร่ที่ผิวดิน/ใต้ดิน?	☐ ใช่	☑ ไม่	☐ ใช่	☑ ไม่
มีการบำรุงรักษายานพาหนะ/เติมน้ำมัน?	☑ ใช่	☐ ไม่	☑ ใช่	☐ ไม่
อสังหาริมทรัพย์อยู่ใกล้แม่น้ำ ลำธาร/คลอง?			☑ใช่	☐ ไม่
อสังหาริมทรัพย์อยู่ในหลุมหรืออยู่ด้านล่างของภูเขา ที่เป็นจุดรวมน้ำท่วม?	☐ ใช่	☑ ไม่		
คุณทราบเหตุการณ์น้ำท่วมมีผลกระทบต่อทรัพย์สินหรือพื้นที่นั้นโดยตรง?	☐ ใช่	☑ ไม่	☐ ใช่	☑ ไม่
อสังหาริมทรัพย์ถูกป้องกันโดยการป้องกันแม่น้ำหรือชายฝั่ง?	☐ ใช่	☑ ไม่	☐ ใช่	☑ ไม่
คุณเคยได้รับรายงานความเสี่ยงน้ำท่วมจากผู้สำรวจที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมาย?	☐ ใช่	☑ ไม่		

ข้อความหรือความเห็นอื่นๆ: พื้นที่อสังหาริมทรัพย์อยู่ในนิคมอุตสาหกรรม มีโรงงานผลิตไฟฟ้าและโรงงานผลิตเยื่อกระดาษอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

รายงานผลการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปนเปื้อนในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SGS

Report No. : [redacted] **(Page 1 of 1)** **Issued date :** [redacted]

CLIENT : **DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE, KASETSART UNIVERSITY**
CONTACT : Dr.Jukkit Mahujchariyawong
ADDRESS : P.O. Box 1072, Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10903, Thailand

Analysis Report

SAMPLE DESIGNATED AS : Soil and Sediment Quality Analysis
SAMPLING LOCATION : [redacted]
SAMPLING DATE : [redacted]
SAMPLING BY : Client

Parameter	Unit	Value	Standard Soil Class 2*
VOCs			
1,2-Dichloroethane (EDC)	mg/kg	<0.5	7.6
1,1-Dichloroethylene	mg/kg	<0.1	1.2
1,1,1-Trichloroethane	mg/kg	<10	1,400
1,1,2-Trichloroethane	mg/kg	<0.5	19
Benzene	mg/kg	<0.5	15
Carbon Tetrachloride	mg/kg	<0.5	5.3
cis-1,2-Dichloroethylene	mg/kg	<10	150
Dichloromethane	mg/kg	<5	210
Ethylbenzene	mg/kg	<10	230
Styrene	mg/kg	<10	1,700
Tetrachloroethylene	mg/kg	<5	190
Toluene	mg/kg	<10	520
trans-1,2-Dichloroethylene	mg/kg	<10	210
Trichloroethylene	mg/kg	<2.5	61
Xylene (ortho, meta, para)	mg/kg	<10	210

Remark : Classification and objectives of soil is class 2: Soil usage for another utility except for residential area and agricultural area
Source : * Soil Quality Standards, Notification of the National Environmental Board No. 25, B.E. 2547 (2004)

Siriporn I
(Siriporn Imwilaiwan)
License ID : ๑-๐๑๐-๙-๑๗๙๓

Thepson Y.
(Thepson Yommana)
License ID : ๑-๐๑๐-๙-๓๓๓

SGS (THAILAND) LIMITED

TY/Client/TR/Yp

This document is issued by the Company under its General Conditions of Service printed overleaf. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

E 009548

SGS (Thailand) Limited | Environmental Services 100 Nanglinchee Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
t +66 (0)2 678 18 13 f +66 (0)2 678 15 45 www.sgs.com

Member of the SGS Group

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาววนิดา แซ่จิว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	3 ธันวาคม 2531
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2554 และปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์